

# PERUBAHAN KECEPATAN ALIRAN SUNGAI AKIBAT PERUBAHAN PELURUSAN SUNGAI

Burhan Barid, ST, MT & Muhammad Yacob, ST

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jalan Lingkar Barat, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183  
Telp. 0274-387656

## ABSTRAK

*Penanganan run off dengan secepat cepatnya cenderung hanya menyelesaikan masalah pada sub DAS tersebut dalam jangka pendek dan akan memberikan resiko banjir pada daerah yang lebih hilir. Dalam jangka panjang dimungkinkan banjir juga akan bergeser pula pada sub DAS tersebut juga. Penyelesaian banjir yang sekarang sering dilakukan adalah normalisasi sungai. Salahsatu unsur normalisasi sungai adalah pemberian tanggul sungai. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui perubahan kecepatan akibat pembuatan tanggul. Tanggul berguna untuk memperlancar aliran sungai dan mengganti fungsi bantaran sungai menjadi lahan pemukiman. Dinding tanggul umumnya terbuat dari bahan yang lebih halus daripada dinding alam sungai. Perubahan kekasaran sungai ini menjadikan berubahnya kedalaman, radius hidraulik dan kecepatan aliran. Penghitungan kecepatan secara teoritis dilakukan dengan persamaan manning pada sungai sebelum dan sesudah ada tanggul. Besarnya perubahan diperoleh dengan membandingkan kedalaman, radius hidraulik, dan kecepatan sebelum dan sesudah ada tanggul. Hasil analisis yang telah dilakukan dari kondisi tanpa tanggul menjadi dengan tanggul untuk  $Q_5$  tahun : di P 394 tinggi muka air naik 5,861%, radius hidraulik naik 6,947% dan kecepatan air naik 19,523%. Pada P 249 tinggi muka air naik 4,327%, radius hidraulik naik 7,405% dan kecepatan air naik 19,808%. Pada P 170 tinggi muka air naik 7,657%, radius hidraulik naik 9,708% dan kecepatan air naik 21,527%.*

**Kata kunci :** tanggul, kecepatan

## PENDAHULUAN

Konsep lama dalam penanganan banjir adalah mengalirkan debit air sebanyak-banyaknya dalam waktu secepat-cepatnya pada bagian sub Daerah Aliran Sungai (DAS)nya. Penanganan *run off* dengan secepat cepatnya cenderung hanya menyelesaikan masalah pada sub DAS tersebut dalam jangka pendek dan akan memberikan resiko banjir pada daerah yang lebih hilir. Dalam jangka panjang dimungkinkan banjir juga akan bergeser pula pada sub DAS tersebut.

Pembangunan pengendalian banjir lebih banyak berhubungan normalisasi sungai, *floodway*, *retarding basin*, sudetan, waduk, tanggul dan lain-lain. Semua kegiatan tersebut bertujuan mengalirkan debit banjir secepat mungkin pada bagian hilir dan memperlambat debit pada bagian hulu (Kodoatie, 2002). Tanggul berguna untuk memperlancar aliran sungai dan mengganti fungsi bantaran sungai menjadi lahan pemukiman. Maksud pembuatan tanggul adalah membantu mengusahakan aliran banjir menjadi lancar, dengan arti lain supaya aliran secepatnya menuju hilir. Upaya ini dilakukan agar pada daerah yang diberi tanggul menjadi aman dari resiko banjir. Volume air yang berlebih dan waktu yang lebih pendek akan menimbulkan potensi resiko debit berlebihan pada daerah yang lebih hilir dari tanggul. Bantaran sungai sebagai tempat luapan juga beralih fungsi menjadi pemukiman. Hal ini juga menyebabkan kelebihan limpasan tidak memiliki ruang yang cukup, sehingga juga menimbulkan resiko banjir.

Proyek pembuatan saluran dan penanganan sungai yang tidak terpadu hanya menyelesaikan satu masalah banjir di sub DAS tersebut, tidak di DAS secara keseluruhan. Bahkan sering hanya memindahkan masalah banjir di sub DAS lain dalam DAS tersebut. Sebenarnya alam dan sungai asli (belum tertanggul) telah melakukan antrian air secara alami sehingga terjadi penggiliran air pada setiap bagian subDASnya.

Konsep penanganan banjir seharusnya memasukkan faktor antrian / penggiliran air pada setiap sub DAS untuk DAS tertentu. Antrian ini mengacu pada karakteristik alam yang asli dan sejarah banjir di suatu DAS. Pendekatan karakteristik aliran alam ini dengan batasan tidak memberi resiko pada sub DAS tersebut dan sub DAS yang lebih hilir. Pengembangan pengaturan air meliputi aspek pembangunan, perlindungan, dan pemanfaatan (Sudjarwadi, 1995). Langkah ini dilakukan untuk perlindungan dan pemanfaatan air yaitu dengan mengatur batasan kecepatan aliran, tataguna lahan, tampungan, resapan.

Salah satu penanganan banjir yang dilakukan sekarang adalah perubahan penampang sungai yang menyebabkan perubahan bentuk sungai. Ternyata perubahan tersebut umumnya menyebabkan peningkatan kecepatan air limpasan. Peningkatan kecepatan ini ternyata memungkinkan meningkatkan resiko banjir pada daerah yang lebih hilir.

Bagaimana pengaruh perubahan kecepatan aliran pada sungai terhadap resiko banjir pada DAS bagian hilirnya. Maksud dan Tujuan penelitian yang diharapkan menganalisis kecepatan aliran sebelum dan sesudah dibangun tanggul sungai dan mengetahui pengaruhnya terhadap resiko banjir pada daerah yang lebih hilir.

### **Konsep Pengelolaan Banjir**

Pemanfaatan bantaran sungai sebagai pemukiman menyebabkan hilangnya fungsi lahan penampang banjir. Hal ini diperparah lagi dengan melegalkan pemukiman di bantaran tersebut. Hal ini ditunjukkan dengan langkah pemerintah

untuk membangun tanggul. Fungsi tanggul dimaksudkan untuk melancarkan aliran sungai dan juga melindungi penduduk di bantaran tersebut dari resiko banjir.

Saat ini masih dilakukan pengelolaan banjir cara lama dalam penyelesaian permasalahan banjir. Konsep lama tersebut yaitu normalisasi sungai. Di beberapa Negara maju konsep ini mulai ditinggalkan. Salahsatu unsur normalisasi sungai adalah pembuatan tanggul sungai. Pembuatan tanggul ini akan mempercepat aliran sehingga mempersingkat air yang ada pada subDAS tersebut. Pembuatan tanggul akan mengakibatkan perubahan pola aliran dalam hal ini meliputi kedalaman dan kecepatan aliran.

Perubahan tataguna lahan yang umumnya berupa peningkatan daerah kedap air juga mengakibatkan perubahan pola aliran dalam hal yang meliputi volume, waktu dan arah aliran. Perubahan fungsi lahan yang bersifat tidak terarah atau memencar (*cluster*) mengakibatkan pola banjir sulit untuk diantisipasi secara terpadu. Kesulitan tersebut meliputi manajemen umum banjir, langkah-langkah antisipasi, dan langkah *recovery*nya. Peningkatan prosentase impervious area dari < 10 % menjadi > 26 % akan merubah kestabilan aliran dari stabil menjadi sangat tidak stabil (Anonim, 2002). Pengelolaan banjir dapat dilakukan pada lahan dan sungainya. Pada lahan dilakukan pada pengaturan tataguna lahan yang berwawasan lingkungan. Pengaturan tataguna lahan yang berwawasan lingkungan meliputi melindungi daerah *recharge*, sumur resapan, *detention storage* dan *natural infiltration*. Sedangkan pada sungai umumnya adalah *back natural river* atau *ecohydraulic*, yaitu mengembalikan fungsi sungai seperti semula dalam hal kuantitas, kualitas dan fungsi. Sungai merupakan badan air (*water body*) yang merupakan salah satu bagian dari sistem aliran dalam suatu DAS. Sehingga seharusnya pengelolaan banjir meliputi seluruh bagian fisik dari DAS tersebut yang meliputi sungai dan lahannya.

Langkah-langkah untuk mengurangi resiko akibat peningkatan daerah kedap air dengan dilakukan peningkatan daerah hijau, kolam, perlindungan daerah tertentu dan *infiltration trace* (Anonim, 2002)

Konsep sekarang dalam pengelolaan banjir perlu dimodifikasi ulang dengan antrian air, agar resiko banjir dari waktu ke waktu semakin berkurang. Modifikasi tersebut adalah :

1. Batasan waktu konsentrasi atau kecepatan, dengan memberikan kriteria batasan waktu konsentrasi tiap masing-masing sub DAS dalam DAS. Batas minimal diperlukan agar tidak terjadi resiko pada sub DAS tersebut, sedangkan batas maksimal diperlukan agar tidak memberi resiko pada daerah yang lebih hilir. Dalam drainasi, kriteria perencanaan mengacu pada batas kecepatan limpasan minimal agar resiko banjir pada masing-masing sub DAS berkurang. Tetapi tanpa batasan kecepatan maksimal hal ini akan memberikan resiko pada daerah yang lebih hilir
2. Peningkatan prosentase *impervious area*, perubahan tataguna lahan perlu diseimbangkan dengan peningkatan prosentase tampungan dan resapan dengan

pengaturan batasan debit aman maksimum dan minimum dan waktu konsentrasinya.

Persamaan *manning* digunakan untuk menentukan kecepatan aliran pada suatu saluran. Persamaan tersebut menggunakan parameter kekasaran saluran ( $n$ ), radius hidraulik ( $R$ ) dan slope saluran ( $s$ ). Kekasaran saluran merupakan nilai kehalusan permukaan dasar saluran. Semakin halus permukaan saluran semakin meningkatkan kecepatan aliran. Radius hidraulik merupakan perbandingan keliling basah terhadap penampang basah saluran. Semakin besar nilai  $R$  semakin meningkatkan kecepatannya. Slope saluran merupakan kemiringan dasar saluran. Semakin miring suatu saluran semakin meningkat kecepatannya.

Debit adalah volume per satuan waktu. Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan limpasan air hujan dari titik terjauh menuju titik control yang ditinjau. Dalam hydrograph rumus rasional, waktu konsentrasi dapat berupa waktu puncak hydrograph. Hidrograph yang beresiko banjir adalah yang memiliki puncak yang tinggi dan waktu konsentrasi yang pendek. Waduk sebagai pengendali banjir berfungsi menurunkan puncak dan memperpanjang waktunya. Sedangkan penanganan banjir adalah pemberian tanggul yang membuat perubahan penampang sungai yang menyebabkan perubahan bentuk sungai. Ternyata perubahan tersebut umumnya menyebabkan peningkatan kecepatan air limpasan. Peningkatan kecepatan ini memungkinkan meningkatkan resiko banjir pada daerah yang lebih hilir.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Data

Data yang akan digunakan DAS *Code* Yogyakarta. Data tersebut merupakan data sekunder yang diperoleh dari Badan atau dinas yang terkait.

Data sungai *Code*

- a. Luas daerah aliran sungai (DAS) *Code* = 62,191 km<sup>2</sup>
- b. Panjang sungai = 41 km
- c. Elevasi tertinggi = +2150 m dpl
- d. Elevasi terendah = +37 m dpl
- e. Bentuk sungai memanjang dari lereng gunung Merapi dan bermuara pada sungai Opak di Bantul
- f. Data hujan dalam DAS dan data debit sungai selama minimal 10 tahun berupa data harian. Besal dari stasiun Kempot, Angin, Prumpung, Beran dan Santan (Sumber : Sub Dinas Pengairan DIY).
- g. Data profil sungai pada titik yang ditinjau
- h. Elevasi slope pada titik yang ditinjau
  - P 394 = + 91,35 m dpl, slope 0,0048 (tanggul bagian masuk kota atau hilir)

- P 249 = + 153,4 m dpl, slope 0,0063 (tanggul bagian tengah kota atau tengah)
- P 170 = + 212,91 m dpl, slope 0,0075 (tanggul bagian keluar kota atau hulu)

### Cara Analisis Data

Analisis data dengan membuat simulasi air limpasan pada bagian titik yang ditinjau. Simulasi ini berupa antrian air limpasan dengan berbagai pendekatan yang sesuai dengan karakteristik lapangan atau asumsi-asumsi perkembangan DAS. Langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a. Hujan rencana diperoleh dengan analisis frekuensi
- b. Dalam rumus Rasional, dimana dursi hujan = waktu konsentrasi
- c. Intensitas hujan dengan rumus mononobe
- d. Q dengan rumus rasional
- e. Membandingkan profil sungai dengan dan tanpa tanggul
- f. Menentukan kecepatan aliran

## ANALISIS DAN PEMBAHASAN

### Perubahan Aliran Dengan Adanya Tanggul

Pembuatan tanggul menyebabkan perubahan dinding sungai. Perubahan dinding tersebut menyebabkan perubahan kekasaran dan R sungai. Kekasaran tanggul umumnya lebih besar daripada kekasaran asli dinding sungai. Tanggul umumnya juga merubah bantaran sungai, sehingga sungai lebih sempit dan dalam. Perubahan tinggi muka air, R dan v dari perhitungan terlihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 4.1 Tinggi Muka Air, Radius Hidraulik dan Kecepatan Air dari  $Q_{5th}$  dan  $Q_{25th}$

No	$Q$ kala ulang	Tinggi muka air (h)		Radius hidraulik (R)		Kecepatan air (v)	
		Dengan Tanggul	Tanpa Tanggul	Dengan Tanggul	Tanpa Tanggul	Dengan Tanggul	Tanpa Tanggul
P 394							
1	a. $Q_{5th}$	2,89	2,75	2,063	1,929	3,208	2,684
	b. $Q_{25th}$	3,21	2,85	2,237	1,97	3,385	2,722
P 249							
2	a. $Q_{5th}$	2,17	2,08	1,523	1,418	3,0	2,504
	b. $Q_{25th}$	2,39	2,29	1,663	1,552	3,184	2,66
P 170							
2	a. $Q_{5th}$	2,39	2,22	1,503	1,37	3,246	2,671
	b. $Q_{25th}$	2,63	2,45	1,628	1,496	3,425	2,832

Sumber : Hasil perhitungan

Dari data tersebut terlihat bahwa dengan terjadi perubahan pada ketiga hal yaitu  $h$ ,  $R$  dan  $v$ . Perubahan tersebut berupa peningkatan nilai karena terjadi perubahan kekasaran dan bentuk sungai. Peningkatan nilai tersebut tentunya menyebabkan peningkatan resiko banjir pada daerah yang lebih bawah. Peningkatan prosentasenya sebagai berikut :

Tabel 4.2 Prosentase Perbedaan antara Dengan Tanggul dan Tanpa Tanggul

No	Q kala ulang	Tinggi muka air		Radius hidraulik (R)		Kecepatan air (v)	
		Perbedaan DT-TT	Prosentase (DT-TT)/DT	Perbedaan	Prosentase	Perbedaan	Prosentase
	P 394						
1	a. Q <sub>5th</sub>	0,16	5,816	0,134	6,947	0,524	19,523
	b. Q <sub>25th</sub>	0,36	12,63	0,267	13,553	0,663	24,357
	P 249						
2	a. Q <sub>5th</sub>	0,09	4,327	0,105	7,405	0,496	19,808
	b. Q <sub>25th</sub>	0,1	4,367	0,111	7,152	0,524	19,699
	P 170						
2	a. Q <sub>5th</sub>	0,17	7,657	0,133	9,708	0,575	21,527
	b. Q <sub>25th</sub>	0,18	7,347	0,132	8,823	0,593	20,939

Sumber : Hasil perhitungan

Adanya tanggul menyebabkan peningkatan kecepatan aliran rata-rata sebesar 20% daripada tanpa tanggul. Jadi apabila kecepatan tersebut rata-rata sama disepanjang sungai, maka terjadi 20% waktu lebih cepat banjir sampai di hulu. Hal tersebut tentunya menyebabkan resiko lebih besar pada daerah hilirnya.

Dari perhitungan tersebut ternyata tanggul hanya berfungsi untuk melindungi daerah yang tertanggul dari aliran sungai berlebih. Adanya tanggul belum menyelesaikan masalah banjir secara menyeluruh di hulu-tengah-hilir. Pada satu pihak mengamankan di daerah tertanggul sedangkan dilain pihak membahayakan pada daerah hilirnya.

Kalaupun tetap direncanakan membuat tanggul tentunya harus diperhatikan beberapa hal yaitu :

- a. Minimal data,
  - Data sejarah banjir berupa kedalaman air, sebagai batas atas resiko daerah tertanggul, sebagai  $h$  tanggul.
  - Data debit banjir tanpa tanggul yang tidak beresiko bagi hilirnya. Debit tersebut sebagai acuan debit tertanggul.
  - Kecepatan banjir terbesar tanpa tanggul. Kecepatan tersebut digunakan sebagai acuan kekasaran dinding tanggul, yang juga apa bahan dinding tanggulnya.
- b. Desain tanggul perlu memperhatikan,
  - Debit atau kecepatan maksimum tanpa tanggul yang diperoleh sebagai batas aman
  - Kekasaran dinding tanggul dirancang hampir sama dengan kekasaran sungai aslinya

## Penanganan Banjir

Penyebab banjir memang sesuatu yang kompleks dari aspek teknik dan non teknik. Pada aspek teknik tentunya merupakan langkah yang terpadu dan menyeluruh dalam suatu DAS yang ditinjau. Langkah tersebut merupakan keterpaduan dari langkah kecil-kecil misalnya sumur resapan dan dipadukan dengan langkah yang lebih luas misalnya pengelolaan sungai. Tetapi sebaiknya langkah-langkah tersebut bukan merugikan subDAS lain, misalnya dengan adanya tanggul tersebut.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis perhitungan diperoleh bahwa terjadi peningkatan kecepatan aliran terbesar pada titik P170 (tanggul bagian masuk kota). Peningkatan kecepatan terjadi dengan adanya tanggul, sehingga penggunaan tanggul perlu dievaluasi kembali. Atau digunakan tanggul tertentu yang mampu mengamankan bagi setiap subDAS. Perlu dikembangkan pola penanganan banjir yang terpadu, yang mewadahi segala aspek yang menyebabkan resiko banjir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002, *Subwatershed Management Alternative*, Chapter 6, Mill Creek Subwatershed Management Plant, Michigan
- Anonim, 2003, *Stromwater Design Manual*, City of Griffin Stromwater management, Griffin
- Anonim, 2002, *Annandale Area Stromwater study*, Clearwater River Watershed District, Minnesota
- Barid, 2001, *Pengaruh Posisi dan Prosentase Tataguna Lahan serta Genangan Terhadap Debit Puncak Pada DAS Kecil*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Chow , VT., Maidment, Mays, 1988, *Applied Hydrology*, Mac Graw-Hill, Singapore
- Kodoatie, Sugiyanto, 2002, *Banjir*, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
- Sri Harto, Br., 1993, *Analisis Hidrologi*, Gramedia, Jakarta.
- Sudjarwadi, 1995, *Pengembangan Wilayah Sungai*, Fakultas Pascasarjana UGM, Yogyakarta.
- Sobriyah, 2003, *Pengembangan Model Prakiraan Banjir DAS Besar dari Beberapa Persamaan Terpilih*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sosrodarsono, 1987, *Hidrologi untuk Pengairan*, Prandya Paramita, Jakarta.
- Viessman., K., Lewis., 1977, *Introduction to Hydrology*, Harper and Row, New York.
- Wanielista, MP., 1997, *Hydrology and Water Quantity Control*, John Wiley and Sons Inc, New York