

ANALISIS PENURUNAN HIDROGRAF SATUAN REPRESENTATIF

Nilna Amal

Dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Kalimantan Selatan

Abstract

Indonesia has risk to get a flood event every year since big intensity rainfalls occur every year. Some waterworks will be required to anticipate from it. The flood design number should be available. One of method which mostly used to be applied is unit hydrograph. Unit hydrograph concept firstly is defined by Sherman in 1932. It still be developed by many researchers to get any unit hydrograph basin both actual unit hydrograph and synthetic unit hydrograph. Since the characteristics of some unit hydrograph basin are specifics, researches to discover any unit hydrograph the basin are significant. This research attends to obtain the representative unit hydrograph of Bedog basin in Yogyakarta province. The result shows characteristics of representative unit hydrograph are depend on rainfall intensity due to its distributions and the flood hydrograph figure.

Keywords: *rainfall, flood discharge, unit hydrograph*

PENDAHULUAN

A. Hubungan Hujan-Aliran

Menurut teori Horton (Chow et al, 1988) limpasan permukaan merupakan bagian dari hujan yang tidak terserap tanah oleh infiltrasi. Limpasan langsung hanya terjadi apabila intensitas hujan lebih tinggi dari laju infiltrasi, apabila intensitas hujan lebih kecil dibandingkan dengan laju infiltrasi maka tidak akan terjadi limpasan

Analisis limpasan yang paling tua dan masih tetap digunakan hingga sekarang adalah Cara Rasional, termasuk metode yang populer karena kesederhanaannya. Maksudnya adalah menyederhanakan berbagai proses alami yang ada di alam sehingga diabaikan pengaruhnya, karena itu memiliki banyak keterbatasan.

Debit maksimum suatu DAS dapat dicapai pada saat seluruh bagian DAS telah memberikan kontribusinya. Hal ini berarti, bahwa air hujan yang jatuh di tempat dalam DAS yang terjauh dari titik kontrol (titik yang ditinjau/stasiun hidrometri) telah sampai dititik tersebut. Proses transformasi hujan aliran dalam praktek tidak sesederhana seperti yang digambarkan dalam rumus-rumus empirik karena selain adanya konveksi aliran (apabila lama hujan sama dengan atau lebih besar dari waktu konsentrasi), juga terjadi difusi sebagai akibat penyebaran aliran sebagai fungsi ruang dan waktu yang cenderung memperkecil debit maksimum (Sri Harto, 2000).

B. Hidrograf

Hidrograf dikenal sebagai hubungan salah satu unsur aliran sebagai fungsi waktu di titik kontrol tertentu. Pada dasarnya hidrograf terdiri dari tiga bagian pokok yaitu sisi naik (*rising limb*), puncak (*crest*) dan sisi resesi/turun (*recession limb*). Bentuk dan kemiringan sisi naik sangat ditentukan oleh intensitas dan lama hujan dan kelengkapan DAS. Apabila seluruh bagian DAS telah memberikan sumbangan aliran dan bersama-sama sampai di titik kontrol, maka akan mencapai debit puncak (Chow, et. al., 1988).

Titik infleksi (*inflection point*) di sisi resesi, merupakan titik berakhirnya limpasan permukaan yang berarti aliran selanjutnya merupakan komponen aliran- antara ditambah dengan aliran dasar. Aliran dasar yang dipercayai sebagai aliran yang murni berasal dari pengatusan akuifer, ditandai oleh satu titik di sisi resesi yang diperoleh dari penggambaran sisi resesi tersebut di atas kertas semi logaritmik (Sri Harto, 2000).

C. Hidrograf Satuan

Hidrograf satuan adalah hidrograf limpasan langsung yang dihasilkan oleh hujan efektif yang terjadi merata di seluruh DAS dengan intensitas tetap dalam satu satuan waktu tertentu. Untuk menurunkan hidrograf satuan diperlukan data hujan dan data debit yang cukup. Hidrograf satuan adalah model linier yang mudah yang dapat digunakan untuk menurunkan suatu hidrograf yang dihasilkan oleh suatu hujan efektif (Chow et. al., 1988).

Secara umum hidrograf satuan terdiri atas dua jenis, yaitu hidrograf satuan terukur dan hidrograf satuan sintetik. Hidrograf satuan terukur dapat diselesaikan dengan cara Polinomial dan cara Collins, dan data yang dipakai adalah data hujan dan data debit.

Hidrograf satuan paling baik diturunkan dari hidrograf hujan yang intensitasnya cukup seragam, panjang durasinya seperti yang diinginkan dan volume limpasannya relatif besar. Suatu hidrograf satuan yang diturunkan dari satu hujan saja tidak dapat mewakili dan oleh karena itu hidrograf-hidrograf satuan dari beberapa hujan yang kira-kira durasinya sama sebaiknya dirata-ratakan. Hidrograf satuan rata-rata kemudian disketsa agar sesuai dengan bentuk-bentuk hidrograf lainnya dengan melewati puncak rata-rata yang dihitung (Linsley et al, 1958)

Hidrograf satuan dapat diperoleh dengan memanfaatkan data terukur di DAS yaitu data hidrograf debit banjir dan hujan penyebab banjir. Dalam praktek data ini tidak mudah diperoleh. Hidrograf satuan yang diturunkan dari banyak kejadian banjir akan bervariasi dari satu kejadian banjir dengan yang lain. Kejadian ini mungkin terjadi akibat variabilitas hujan baik ruang dan waktu, pengaruh kondisi kelengasan tanah dan proses transformasi hujan-aliran yang tidak linier. Berbagai masalah muncul seperti ketersediaan data hujan penyebab banjir, pengabaian pengaruh *initial soil moisture condition* dalam mentransformasi aliran, pendefinisian hujan efektif dan pemisahan aliran dasar (Yue and Hashino, 2000).

Suatu perkembangan hidrograf satuan yang cukup signifikan adalah membentuk hidrograf satuan geomorfologi sesaat (GIUH). Dalam pendekatan ini Rodriguez-Iturbe and Valas 1979, Gupta et. al., 1980 dalam Yen et. al., (2002) mengasumsikan kelebihan hujan (hujan efektif) mengikuti bagian berbeda suatu area dan diasumsikan mengikuti suatu karakteristik probabilistik yang juga berbeda tergantung kepada pola drainasi menuju *outlet* DAS. Waktu perjalanan hujan efektif dianggap mengikuti suatu distribusi probabilistik dalam suatu saluran sebagaimana yang pernah diusulkan Gupta et. al., 1980 yaitu eksponensial dan seragam, sementara Jin (1992) mengusulkan distribusinya adalah distribusi Gamma.

D. Hujan Efektif

Hujan efektif adalah hujan yang tidak terinfiltrasi, tidak masuk ke tampungan dan tidak tertahan di atas permukaan tanah (ASCE, 1996) atau hujan yang mengakibatkan limpasan langsung yaitu hujan total setelah

dikurangi kehilangan-kehilangan. Kehilangan-kehilangan tersebut diakibatkan oleh intersepsi, infiltrasi, evapotranspirasi dan tampungan cekungan.

Untuk menghitung hujan efektif atau volume limpasan langsung diperlukan suatu representasi numerik atau model yang menggambarkan hubungan transformasi hujan menjadi aliran. Hujan hampir selalu diwakili oleh suatu *hyetograph* (suatu grafik hubungan tinggi hujan dengan waktu) dimana disajikan suatu pola waktu dari intensitas hujan.

KAJIAN TEORITIS

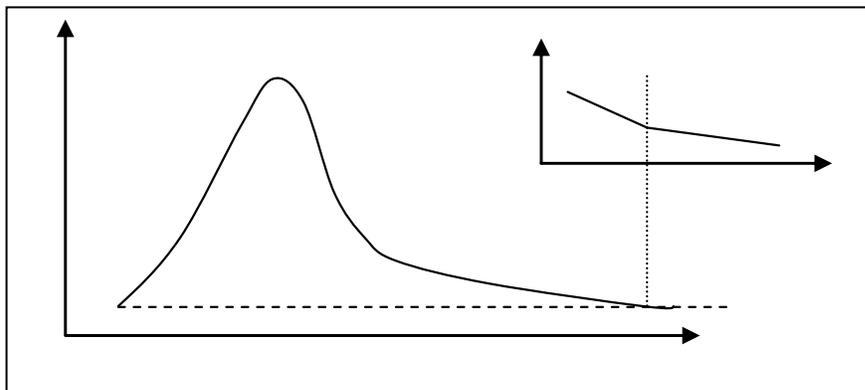
A. Penurunan Hidrograf Satuan

Distribusi daerah curah hujan dapat menimbulkan perubahan-perubahan dalam bentuk hidrograf. Di daerah hilir biasanya akan menghasilkan hidrograf dengan kenaikan yang cepat dan puncak yang tajam, sedangkan di daerah hulu menghasilkan kenaikan yang lambat dan puncak yang lebih rendah serta lebih lebar (Linsley et. al.,1982)

B. Pemisahan Aliran Dasar

Hidrograf terukur diperoleh dari pembacaan data tinggi muka air dari alat *Automatic Water Level Recorder* (AWLR) yang merupakan hubungan waktu dengan tinggi muka air. Data ini ditransformasi menjadi hubungan waktu dengan debit menggunakan liku kalibrasi. Hidrograf ini disebut dengan Hidrograf Terukur kejadian banjir terpilih yang akan diturunkan menjadi hidrograf satuan.

Penentuan hidrograf satuan hanya akan menggunakan Hidrograf Limpasan langsung (HLL) yang merupakan salah satu komponen dari hidrograf terukur. HLL pada penelitian ini diperoleh dengan metode garis lurus yaitu dengan menggambarkan sisi resesi di atas kertas semi-logaritmik dengan ordinat (debit) dalam skala logaritma, kemudian menarik garis lurus yang melalui titik-titik resesi seperti gambar dibawah ini dimana garis yang terbawah merupakan titik-titik aliran dasar.

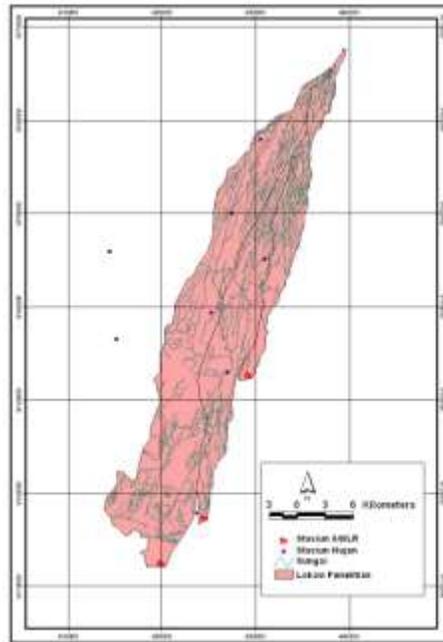


Gambar 1. Penentuan titik resesi secara grafis

METODE PENELITIAN

4.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada DAS Bedog di Kabupaten Sleman Propinsi Yogyakarta, sebagaimana disajikan pada gambar berikut ini.

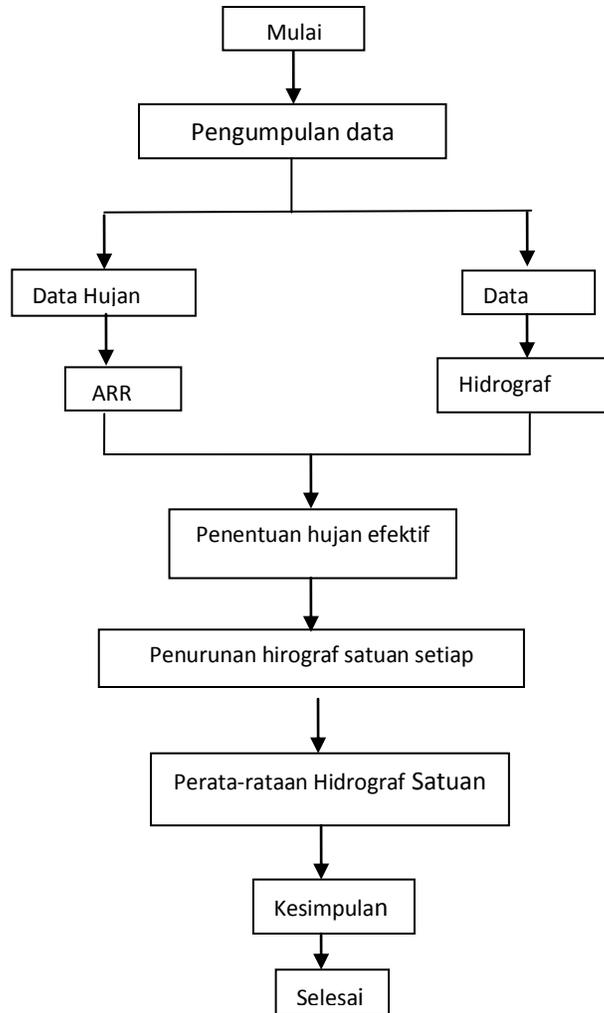


Gambar 2. Batas DAS yang diteliti

Secara garis besar prosedur penelitian yang dilakukan adalah :

1. Studi terhadap hasil penelitian, kajian dan laporan banjir sungai DAS lokasi penelitian yakni DAS Bedog Kabupaten Sleman Propinsi Yogyakarta
2. Kajian pustaka terhadap metode penurunan hidrograf satuan aktual
3. Pengumpulan data hujan, tinggi muka air dan peta DAS Bedog,
4. Pengolahan data hujan jam-jaman, data hidrograf debit terukur
5. Penentuan hujan efektif 1
6. Menentukan hidrograf terukur dan data hujan jam-jaman
7. Menentukan HLL dengan metode garis lurus
8. Menurunkan hidrograf satuan setiap kejadian hujan dengan cara Collins
9. Merata-ratakan hidrograf satuan semua kejadian

Secara sederhana pekerjaan tersebut dijabarkan dalam skema berikut:



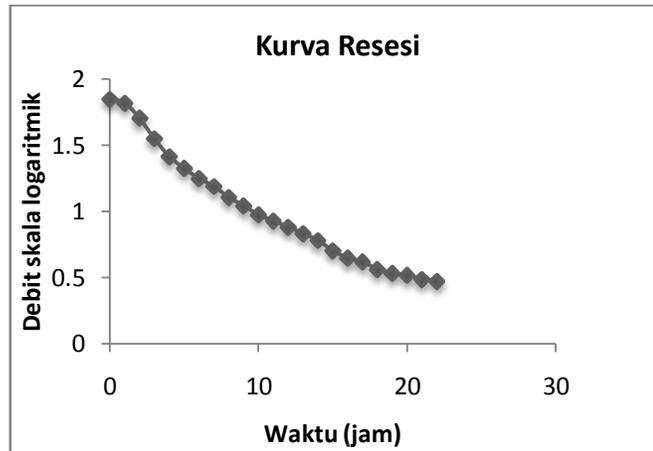
Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

Analisa dan Pembahasan

Penentuan hidrograf banjir

Dari data AWLR dan data hujan jam-jaman didapat Hidrograf terukur yang akan dipisahkan menjadi Hidrograf limpasan langsung (HLL) dan Aliran Dasar.

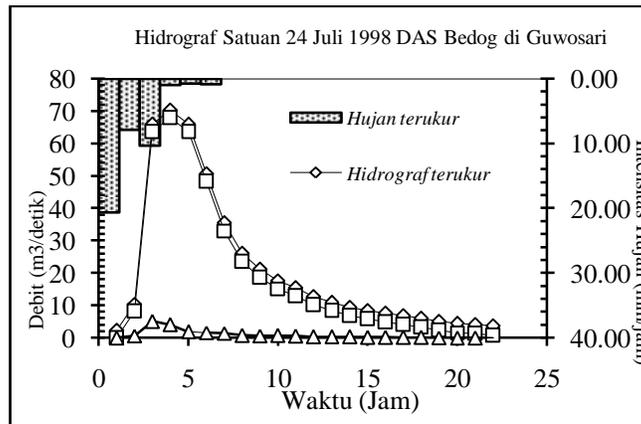
Hidrograf terukur dicari titik resesinya dengan cara penggambaran debit di vertikal dengan skala semi logaritmik dan waktu di horizontal. Titik resesi adalah awal penggal terakhir garis lurus, berikut disajikan analisisnya:



Gambar 4. Kurva debit semi logaritmik untuk mendapatkansisi resesi

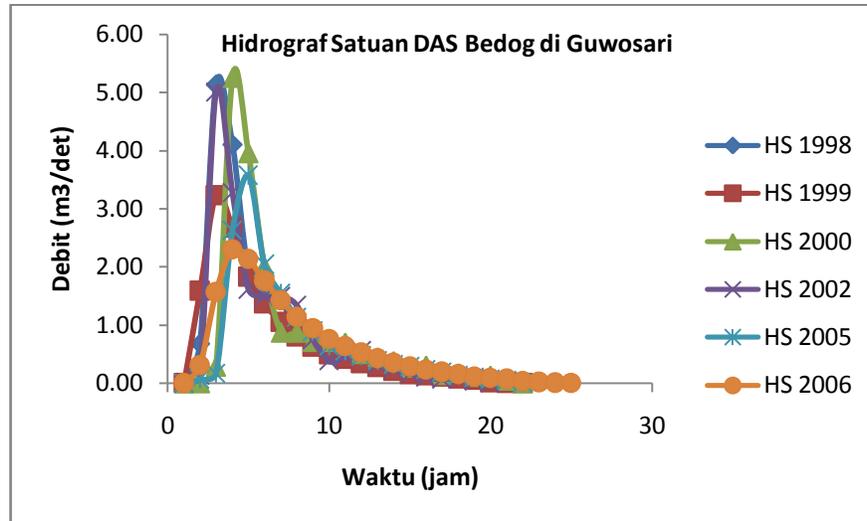
Dari gambar 4 dapat dibaca bahwa penggal terakhir garis lurus di mulai dari dua titik terakhir, titik ini dianggap sebagai awal resesi dan ditentukan sebagai batas akhir garis pemisah aliran dasar. Bagian hidrograf banjir yang telah dipisahkan dari aliran dasarnya yaitu hidrograf limpasan langsung dipakai untuk menentukan volume limpasan dan kemudian menghitung hujan efektif. Hidrograf limpasan langsung, besaran indeks Φ dan hujan efektif dipakai untuk menurunkan hidrograf satuan dengan cara Collins.

Selengkapnya hidrograf terukur dan hidrograf satuan yang telah diturunkan dari kejadian banjir 24 Juli 1998 disajikan pada grafik berikut ini:



Gambar 5. Hidrograf satuan salah satu kejadian banjir

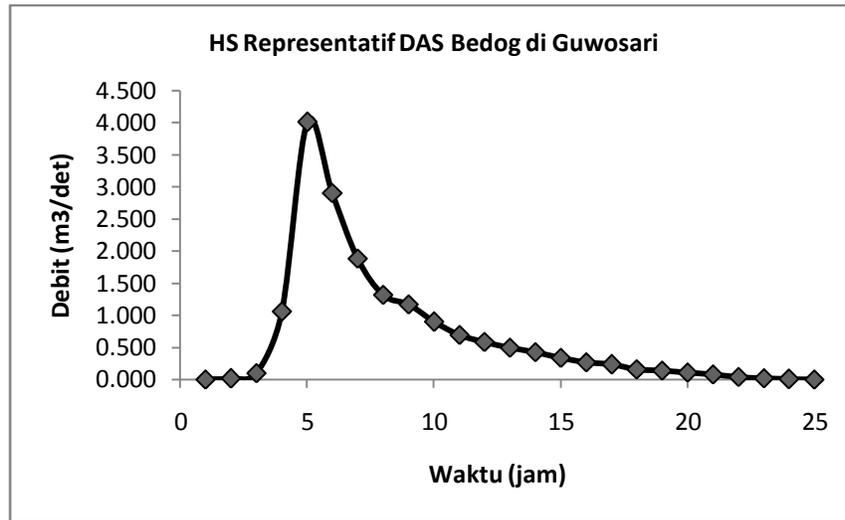
Dengan cara yang sama semua kejadian banjir yang telah dipilih dilakukan analisis seperti di atas. Kemudian hidrograf satuan representatif dicari dengan cara merata-ratakan semua hidrogrf satuan tersebut berdasarkan waktu terjadinya debit puncak, hasilnya disajikan dalam grafik berikut:



Gambar 6. Hidrograf satuan setiap kejadian banjir terpilih DAS Bedog di Guwosari

Tabel 1. Parameter pokok hidrograf satuan DAS Bedog di Guwosari

No	Tanggal Banjir	Qp (m ³ /det)	Phi index (mm/jam)	Tp (jam)	Tr (jam)	Tb (jam)
1	24 Juli 1998	5.13	0.31	2	20	22
2	11 Maret 1999	3.23	18.46	2	20	22
3	22 Nopember 2000	5.26	18.91	3	20	23
4	6 Februari 2002	3.27	4.33	3	18	21
5	31 Maret 2005	3.58	25.35	4	18	22
6	28 Februari 2006	2.30	12.67	3	22	25
	Rerata	3.80	13.34	2.83	19.67	22.50



Gambar 7. Hidrograf rerata kejadian banjir DAS Bedog di Guwosari

Dari penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Penurunan hidrograf satuan berdasarkan dari hujan yang terjadi dan debit yang tercatat sebagai tinggi muka air di AWLR
2. Pada kejadian banjir yang berbeda dengan tinggi hujan yang berbeda diperoleh karakteristik hidrograf satuan yang hampir sama

DAFTAR PUSTAKA

- Amal, N, 2010, Pengaruh Pemisahan Aliran Dasar terhadap Banjir Rancangan, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta,
- Chow Ven Tee, Maidment, D.R., Mays, L.W., 1988, *Applied Hydrology*, McGraw Hill, New York.
- Linsley, R.K., Kohler, M.A. and Paulus, J.L.H., 1982, *Hydrology for Engineers*, McGraw Hill, New York.
- Sri Harto, Br, 2000, Hidrologi: Teori, Masalah, Penyelesaian, Nafiri, Yogyakarta
- Yen, B.C., Fellow, ASCE and Lee, K., 1997, Unit Hydrograph Derivation for Ungauge Watersheds by Stream-Order Laws, *Journal of Hydrologic Eng*, January 2:1-17
- Yue, S and Hashino, M., 2000, Unit Hydrographs to Model Quick and Slow Runoff Components of Streamflow, *J.Hydrol*, 227:195-206