

# APLIKASI SIG UNTUK EVALUASI SISTEM JARINGAN DRAINASE SUB DAS GAJAHWONG KABUPATEN BANTUL

Arief Kelik Nugroho

e-mail : [ariefkeliknugroho@gmail.com](mailto:ariefkeliknugroho@gmail.com)

## Abstrak

Kondisi lahan daerah aliran sungai dalam kondisi kritis akibat perubahan tata guna lahan sehingga rawan longsor dan erosi. Konsep hidrograf satuan yang banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan terukur di DAS yang ditinjau adalah data hujan otomatis dan pencatatan debit di titik pengamatan tertentu.

SUB Das (Daerah Aliran Sungai) Gajahwong Kabupaten Bantul memiliki panjang 46,15 km<sup>2</sup> dalam evaluasi sistem drainase di Sub DAS Das Gajahwong Kabupaten Bantul, data curah hujan yang digunakan adalah data dari stasiun Wonokromo, pada 7° 49' 20" Lintang selatan dan 110° 20' 30" Bujur timur. Data hujan yang dipergunakan adalah data hujan harian tahun 2010 yang akan ditransformasikan menjadi debit harian dengan memasukkan beberapa parameter seperti luasan sub das, infiltrasi, evaporasi, nilai manning dan kemiringan lahan. Luasan sub das akan dijadikan fokus penelitian dengan mendasarkan pembagian sub das atas beberapa hal,

Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk mengetahui kondisi topografi, sistem drainase serta menganalisa secara keseluruhan yang meliputi kondisi debit air pada sungai Gajahwong. Dari hasil penelitian diperoleh hasil max debit air 12,41 (bulan desember), min debit air 0,84 (bulan januari), Root mean square error (RMSE) 2,74, mean error 1,09

**Kata Kunci :** hidrograph, DAS, SIG

## 1. PENDAHULUAN

Kondisi lahan daerah aliran sungai dalam kondisi kritis akibat perubahan tata guna lahan sehingga rawan longsor dan erosi. Pada bagian hilir merupakan daerah yang memiliki kemiringan lahan yang relatif landai. Kondisi di atas menyebabkan limpasan air hujan yang turun di Sub DAS Gajahwong mengalir dengan cepat menuju daerah perkotaan dan memberikan andil atas terjadinya banjir. Selain itu pasang surut dari permukaan laut di daerah muara sungai menyebabkan efek *backwater* yang menyebabkan sistem drainase tidak dapat berfungsi secara optimal terutama pada saat terjadi banjir di perkotaan. Sistem penanggulangan banjir yang cepat dan tepat hendaknya segera dirancang untuk mengantisipasi banjir yang sering mengancam di wilayah Pantura. Sebuah model yang telah dikembangkan dan digunakan di Amerika mungkin dapat menjadi salah satu solusi pemecahan masalah yang terjadi di Sub DAS Gajahwong

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan formasi sub-sub DAS yang sesuai dengan kondisi Daerah Aliran Sungai Gajah Wong.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan formasi model hujan debit yang sesuai dengan kondisi Daerah Aliran Sungai Gajah Wong dengan menggunakan beberapa parameter yang akan ditetapkan, sehingga model hujan debit tersebut dapat digunakan sebagai dasar peramalan banjir untuk diterapkan pada Daerah Aliran Sungai Gajah Wong.

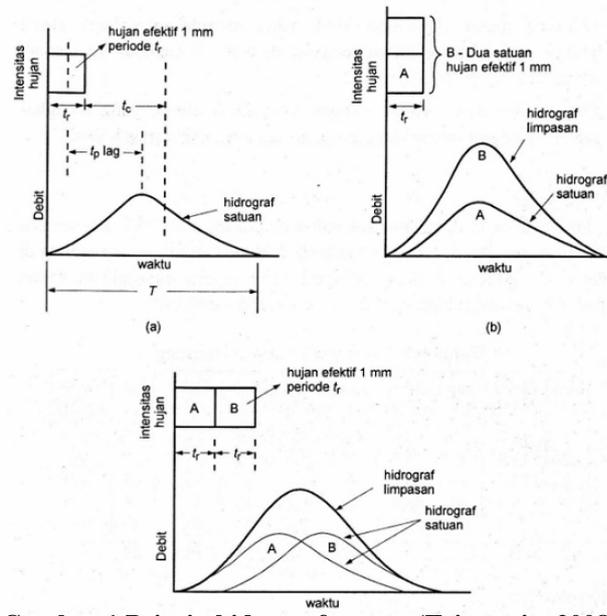
## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Konsep hidrograf satuan, yang banyak digunakan untuk melakukan transformasi dari hujan menjadi debit aliran. Konsep ini diperkenalkan pada tahun 1932 oleh Sherman (Subramanya, 1984). Data yang diperlukan untuk menurunkan hidrograf satuan terukur di DAS yang ditinjau adalah data hujan otomatis dan pencatatan debit di titik pengamatan tertentu. Namun jika data hujan yang diperlukan untuk menyusun hidrograf satuan terukur tidak tersedia digunakan analisis hidrograf banjir sintetis. Hidrograf aliran menggambarkan suatu distribusi waktu dari aliran (dalam hal ini debit) di sungai dalam suatu DAS pada suatu lokasi tertentu. Hidrograf aliran suatu DAS merupakan bagian penting yang diperlukan dalam berbagai perencanaan bidang Sumber Daya Air. Terdapat hubungan erat antara hidrograf dengan karakteristis suatu DAS, dimana hidrograf banjir dapat menunjukkan respon DAS terhadap masukan hujan tersebut. Menurut definisi hidrograf satuan sintetis adalah hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat di ujung hilir DAS yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar satu satuan (1 mm, 1 cm, atau 1 inci) yang terjadi secara merata di seluruh DAS dengan intensitas tetap dalam suatu satuan waktu (misal 1 jam) tertentu (Subramanya, 1984; Ramírez, 2000, Triatmojo, 2008). Beberapa asumsi dalam penggunaan hidrograf satuan adalah sebagai berikut :

- Hujan efektif mempunyai intensitas konstan selama durasi hujan efektif. Untuk memenuhi anggapan ini maka hujan deras untuk analisis adalah hujan dengan durasi singkat.
- Hujan efektif terdistribusi secara merata pada seluruh DAS. Dengan anggapan ini maka hidrograf satuan tidak berlaku untuk DAS yang sangat luas, karena sulit untuk mendapatkan hujan merata di seluruh DAS.

**2.1. Konsep Hidrograf Satuan**

Karakteristik bentuk hidrograf yang merupakan dasar dari konsep hidrograf satuan ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1 Prinsip hidrograf satuan (Triatmojo, 2008)**

Prinsip penting dalam penggunaan hidrograf satuan dapat sebagai berikut

- Lumped response*: Hidrograf menggambarkan semua kombinasi dari karakteristik fisik DAS yang meliputi (bentuk, ukuran, kemiringan, sifat tanah) dan karakteristik hujan.
- Time Invariant*: Hidrograf yang dihasilkan oleh hujan dengan durasi dan pola yang serupa memberikan bentuk dan waktu dasar yang serupa pula.
- Linear Response*: Repons limpasan langsung dipermukaan (*direct runoff*) terhadap hujan efektif bersifat linear, sehingga dapat dilakukan superposisi hidrograf.

**2.2. Perkiraan Debit Banjir**

Menurut *Kiyotoka Mori, 1975*, ada tiga cara untuk memperkirakan debit banjir yang berdasarkan curah hujan lebat, yaitu:

- Dengan rumus empiris
- Pengolahan Statistik atau kemungkinan
- Menggunakan unit hidrograf.

Penggunaan statistik dan unit hidrograf merupakan cara yang rumit dan membutuhkan data yang banyak. Sedangkan jika tidak terdapat data hidrologi yang cukup, maka perkiraan debit banjir dihitung dengan rumus-rumus empiris

Menurut *Soil and Water Conservation Engineering, John Wiley & Son, New York, 1985*, ada beberapa metode empiris yang bisa digunakan untuk memperkirakan harga genangan air hujan permukaan, antara lain: Metode Cook, Model Hidrologi SCS (*Soil Conservation Service*) dan Metode Rasional.

**2.3. Root Mean Square Errors (MSE)**

RMSE bertujuan untuk mempresentasikan rata-rata kuadrat simpangan (selisih) antara nilai keluaran model terhadap nilai pengukuran atau target. *Root Mean Square Errors (RMSE)* mensyaratkan mendekati satu (1) untuk menunjukkan bahwa nilai rata-rata peramalan yang dihasilkan mendekati nilai sebenarnya.

Contoh :

$$E = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (Q_{obs} - Q_{sim})^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$E = \sqrt{\frac{1}{365} (2566.645)}$$

$$E = 2.652$$

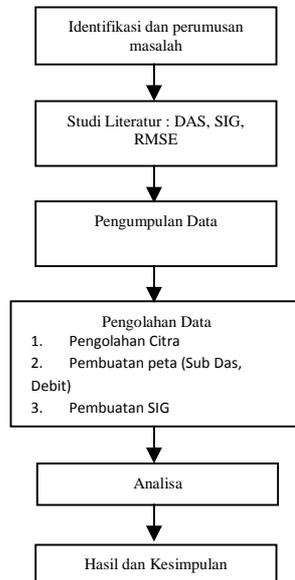
Dimana :

$Q_{obs}$  = debit hasil pengamatan di lapangan ( $m^3/dt$ )

$Q_{sim}$  = debit hasil pemodelan ( $m^3/dt$ )

### 3. METODE PENELITIAN

Tahapan kegiatan penelitian secara berturutan meliputi pengumpulan data, analisis data, pembahasan hasil analisis data dan penarikan kesimpulan dan saran sesuai tujuan dan hasil penelitian



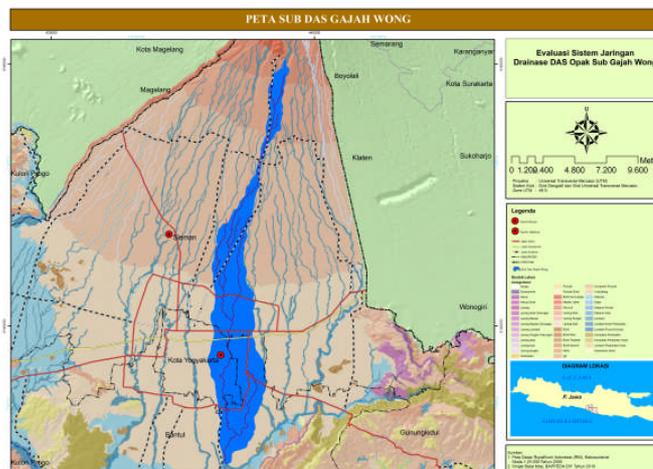
Gambar 2 Bagan Alir Penelitian

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dikumpulkan data untuk bahan analisis, terutama aliran sungai Gajah Wong pada . Analisis dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang nilai pengukuran minimal dan maksimal pada tiap bulannya.

Data hujan yang dipakai untuk keperluan hitungan atau analisa hujan adalah pos wonoromo. Sedangkan data curah hujan yang digunakan dalam penelitian adalah data tahun 2010

Kondisi Geografis lokasi penelitian



Gambar 3 Kondisi Daerah



Gambar 4 Kondisi Daerah

Dari hasil penelitian diperoleh dari bulan Januari 2010 sampai Desember 2012

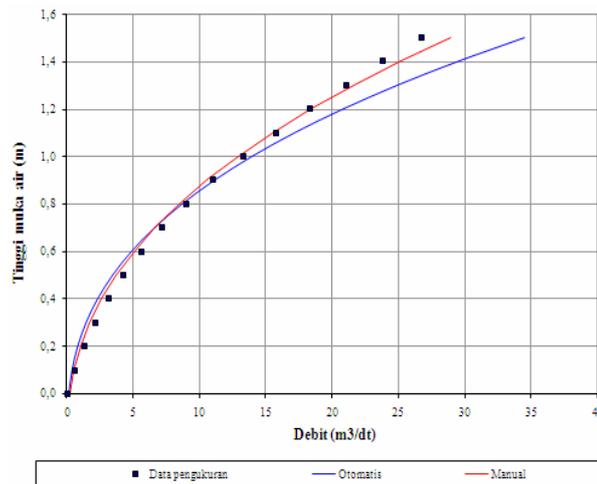
Tabel 1 Hasil Perhitungan Debit max dan min

Tanggal	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des
1	0,69	1,47	1,69	1,69	1,85	2,39	1,54	1,19	1,26	2,11	1,94	2,68
2	0,69	1,54	1,69	1,69	1,85	2,39	2,11	1,13	1,19	2,11	2,03	2,48
3	0,69	1,39	1,69	1,69	1,85	2,39	2,58	1,13	1,13	2,11	3,22	5,48
4		1,26	1,69	1,69	1,85	2,29	1,94	1,13	1,13	2,11	4,61	3,22
5		2,02	1,69	1,69	1,94	2,29	1,69	1,13	1,26	2,02	2,89	5,64
6		1,85	1,69	1,69	2,02	2,20	1,69	1,19	2,02	2,02	3,69	12,41
7		2,48	1,69	1,69	2,02	2,20	1,61	1,19	1,61	2,02	3,00	5,04
8		1,69	2,11	1,69	2,11	2,20	1,69	1,13	2,58	2,20	2,68	4,07
9		1,54	2,02	1,69	2,20	2,79	1,61	1,33	1,77	2,29	3,82	3,82
10		1,85	2,02	1,69	2,02	2,11	1,54	1,07	1,54	2,20	3,22	6,12
11		1,39	1,94	1,77	2,02	1,94	1,69	1,19	2,68	1,85	2,58	3,94
12		2,48	1,85	1,85	2,11	4,20	1,47	1,07	3,82	1,69	2,29	4,07
13		5,33	1,85	1,85	2,11	3,57	1,33	1,01	3,22	1,54	2,20	2,58
14		3,69	1,77	1,85	2,20	3,34	1,33	1,07	2,48	1,69	3,57	2,58
15		1,54	1,77	1,85	2,29	2,79	1,39	1,07	1,85	1,85	3,22	2,58
16		1,26	1,69	1,85	2,39	2,58	1,54	1,07	2,11	1,77	2,29	2,58
17		1,94	1,69	1,85	2,89	2,58	1,39	1,07	3,00	2,11	2,29	2,58
18		0,84	1,69	1,85	3,22	2,48	1,54	1,07	2,29	4,20	2,20	2,58
19	1,01	1,13	1,69	1,69	2,79	2,39	1,33	1,07	2,58	3,57	2,20	2,58
20	1,26	1,47	1,69	1,69	2,39	2,29	1,26	1,01	2,20	2,58	2,11	5,33
21	0,95	1,54	1,69	1,69	2,39	2,11	1,26	1,01	2,02	2,29	2,58	3,45
22	0,65	1,69	1,69	1,69	2,29	1,85	1,26	1,07	2,39	2,39	1,54	2,68
23	0,60	1,85	1,69	1,69	2,39	1,85	1,26	1,07	4,61	2,48	1,54	2,68
24	0,65	1,85	1,69	1,69	3,45	1,94	1,33	1,77	5,80	2,89	1,69	2,58
25	1,94	1,69	1,69	1,69	3,34	1,85	1,33	1,77	2,89	2,39	1,47	2,58
26	1,47	1,07	1,69	1,85	3,22	1,85	1,26	1,85	3,00	2,20	1,47	3,69
27	0,69	1,26	1,69	1,85	3,00	1,85	1,19	1,26	2,48	2,20	1,47	2,89
28	0,65	1,26	1,69	1,85	2,79	1,69	1,13	1,13	2,20	2,39	2,20	2,39
29	1,19		1,69	1,85	2,58	1,61	1,19	1,13	2,11	2,20	3,00	2,58
30	1,26		1,69	1,85	2,58	1,61	1,19	1,13	2,29	2,20	2,58	2,39
31	1,26		1,69		2,39		1,13	1,54		2,02		2,39
Maximum	tad	5,33	2,11	1,85	3,45	4,20	2,58	1,85	5,80	4,20	4,61	12,41
Rerata bulanan	tad	1,80	1,75	1,76	2,41	2,32	1,48	1,19	2,38	2,25	2,52	3,64
Minimum	tad	0,84	1,69	1,69	1,85	1,61	1,13	1,01	1,13	1,54	1,47	2,39
Rerata (1-15)	tad	tad	1,81	1,74	2,03	2,61	1,68	1,13	1,97	1,99	3,00	4,45
Jml. data kosor	12,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Rerata (16-31)	tad	1,45	1,69	1,78	2,76	2,04	1,29	1,25	2,80	2,49	2,04	2,87
Jml. data kosor	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

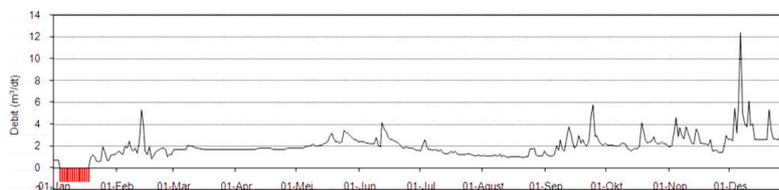
Tabel 2 Data Uji

Tanggal	H	H-Ho	Q (pengik)	Automatic fitting			Manual Fitting			log	log
	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> /det)	Q	error	sq error	Q	error	sq error	(H-Ho)	Q
	0,000	0,200	0,040	0,13	0,09	0,01	0,20	0,16	0,03	-0,70	-1,40
	0,100	0,300	0,600	0,38	-0,22	0,05	0,52	-0,08	0,01	-0,52	-0,22
	0,200	0,400	1,300	0,80	-0,50	0,25	1,01	-0,29	0,09	-0,40	0,11
	0,300	0,500	2,100	1,43	-0,67	0,45	1,69	-0,41	0,17	-0,30	0,32
	0,400	0,600	3,100	2,30	-0,80	0,65	2,58	-0,52	0,27	-0,22	0,49
	0,500	0,700	4,200	3,43	-0,77	0,60	3,69	-0,51	0,26	-0,15	0,62
	0,600	0,800	5,600	4,85	-0,75	0,56	5,04	-0,56	0,32	-0,10	0,75
	0,700	0,900	7,200	6,59	-0,61	0,37	6,62	-0,58	0,34	-0,05	0,86
	0,800	1,000	9,000	8,67	-0,33	0,11	8,45	-0,55	0,30	0,00	0,95
	0,900	1,100	11,000	11,11	0,11	0,01	10,54	-0,46	0,21	0,04	1,04
	1,000	1,200	13,300	13,94	0,64	0,40	12,90	-0,40	0,16	0,08	1,12
	1,100	1,300	15,700	17,16	1,46	2,14	15,53	-0,17	0,03	0,11	1,20
	1,200	1,400	18,300	20,81	2,51	6,31	18,44	0,14	0,02	0,15	1,26
	1,300	1,500	21,000	24,90	3,90	15,25	21,65	0,65	0,42	0,18	1,32
	1,400	1,600	23,800	29,46	5,66	32,02	25,14	1,34	1,80	0,20	1,38
	1,500	1,700	26,700	34,49	7,79	60,71	28,94	2,24	5,02	0,23	1,43
	0,200			0,13	0,13	0,02	0,20	0,20	0,04	-0,70	

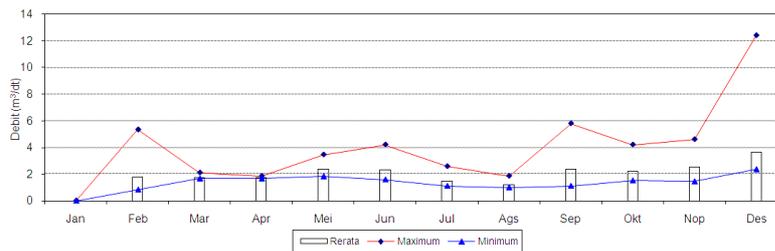
Hasil ananlisa kurva debit air ( $m^3/dt$ )



Gambar 5 Grafik Hubungan Debit dengan Tinggi Muka



Gambar 6 Debit air tahun 2010



Gambar 7 Rerata debit perbulan dalam periode 2010

Dari hasil analisa secara grafik dapat diketahui bahwa hasil perhitungan dengan menggunakan *mean square error* 1.09 dan *root mean square error* adalah 2,74.

## 5. KESIMPULAN

- Koreksi geometrik yang dilakukan dengan mempergunakan titik kontrol tanah menghasilkan ketelitian yang berupa Kesalahan Root Mean Square (RMS Errors) tahun 2010 sebesar 2,74 dan Mean Error 1,09
- Pada Sub DAS Gajah Wong hasil max debit air 12,41  $m^3/dtk$  (*bulan desember*), min debit air 0,84  $m^3/dtk$  (*bulan januari*).

## 6. SARAN

Saran yang dapat penulis sampaikan adalah:

- Pada dasarnya, sistem dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) tidak dapat terpisah antara satu daerah dengan daerah yang lain. Oleh sebab itu, sebagai daerah hilir yang sangat rawan terkena dampak dari kegiatan di hulu, perlu adanya koordinasi secara regional dalam menuntaskan masalah banjir.
- Untuk mencegah terjadinya genangan (banjir), perlu dilakukan koordinasi antar berbagai instansi yang terkait, seperti Dinas PU Pengairan, Pemerintah Daerah, serta peran serta masyarakat dalam penanggulangan bahaya banjir

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar N, Andiek M, 2009, *Pemodelan Hujan Debit Daerah Aliran Sungai Deluwang Dengan Pembagian Sub Catchment Area Berdasarkan Orde Sungai*, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah
- G. Drogue, A.El Idrissi, L. Pfister, T. Leviandier, J.F. Iffly, and L. Hoffmann, 1999. *Calibration of a Parsimonious Rainfall-Runoff Model : a Sensitivity Analysis from Local to Regional Scale*, Journal of Hydrology,
- J.K. and C.H. Hardison (1960). *Double-mass curves*. U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1541-B
- Konings, Alexandra (2006), *Detailed Modelling of an Urban Drainage Basin*, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- Muntreja, K.N. (1982), "Applied Hydrology" Mc Graw-Hill Book Co. Inc, New Delhi, P.650-654.
- Saptaningtyas YF, 2010, *Penerapan Estimasi Kalman Filter Untuk Mengetahui Pencemaran Air Sungai Di Kali Gajah Wong*, Universitas Negeri Yogyakarta.