

## STUDI PERBANDINGAN ANTARA HIDROGRAF SCS (SOIL CONSERVATION SERVICE) DAN METODE RASIONAL PADA DAS TIKALA

Ronaldo Toar Palar

L. Kawet, E.M. Wuisan, H. Tangkudung

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

email: ronald0@windowslive.com

### ABSTRAK

*DAS Tikala adalah bagian dari DAS Tondano dimana perubahan tata guna lahan dan kepadatan penduduk yang semakin meningkat, mengakibatkan erosi dan banjir. Kondisi limpasan yang sesungguhnya perlu dihitung untuk menganalisis kondisi tersebut.*

*Metode Hidrograf SCS memperhitungkan faktor kelompok tanah, tata guna lahan serta kelembapan tanah. Sedangkan Metode Rasional memperhitungkan koefisien pengaliran, intensitas hujan dan luas daerah pengaliran dalam menghitung debit limpasan.*

*Berdasarkan hasil analisis menyimpulkan kesimpulan dengan periode ulang yang digunakan ada perbedaan antara metode hidrograf SCS tanpa dimensi dengan Metode Rasional. Berdasarkan karakteristik DAS dan data-data yang tersedia, serta tataguna lahan pada kondisi saat pengamatan maka metode yang sesuai yaitu metode hidrograf SCS tanpa dimensi.*

**Kata Kunci:** *Debit limpasan, Metode hidrograf SCS, Metode Rasional*

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

DAS Tikala merupakan salah satu bagian dari DAS Tondano, perkembangan/pertumbuhan penduduk yang cukup pesat pada wilayah DAS Tikala berakibat kepada intensitas penggunaan lahan yang semakin tinggi dan kecenderungan meluasnya lahan untuk pemenuhan kebutuhan akan bahan pangan serta tempat tinggal. Pemanfaatan lahan yang kurang bijaksana oleh masyarakat yang bermukim pada wilayah DAS Tikala akan menimbulkan berbagai macam gangguan ekosistem antara lain terganggunya tata air DAS Tikala yang mengakibatkan banjir dan erosi.

Sehingga untuk menganalisa kondisi genangan yang terjadi, maka perlu dibuat hidrograf yang mampu menganalisa kondisi limpasan yang sesungguhnya, oleh karena itu perlu dipertimbangkan pemakaian hidrograf SCS serta Metode Rasional. Hidrograf metode SCS dimungkinkan menghasilkan debit puncak yang lebih mendekati debit puncak pengamatan karena faktor-faktor yang mempengaruhi debit limpasan diperhitungkan lebih detail dari Metode Rasional. Pada Metode Rasional

debit limpasan dipengaruhi oleh koefisien limpasan, koefisien tampungan, intensitas curah hujan dan luas daerah pengaliran. Lain halnya dengan metode SCS yang mempertimbangkan kondisi tanah dalam menentukan harga *curve number* (CN). Dengan kondisi alam yang berbeda, kelebihan hidrograf metode SCS masih perlu dibuktikan dengan kondisi di wilayah DAS Tikala. Pertimbangan ini yang mendasari perbandingan hidrograf SCS dan Rasional untuk diterapkan pada wilayah ini.

#### Perumusan Masalah

Apakah terdapat perbedaan hasil antara hidrograf Metode SCS dengan Metode Rasional, sehingga bisa diketahui metode mana yang sesuai dengan daerah penelitian?

#### Pembatasan Masalah

1. Metode yang diteliti adalah Metode Hidrograf SCS dan Metode Rasional.
2. Daerah penelitian adalah Wilayah DAS Tikala.
3. Data yang telah terukur secara konsisten terutama pada data curah hujan dan jenis-jenis tanah pada DAS Tikala.

#### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan perbandingan debit limpasan

antara hitungan hidrograf SCS dan hitungan Metode Rasional. Dari dua metode yang diterapkan akan diperoleh gambaran yang lebih detail tentang ketepatan terhadap kondisi yang ada di lapangan.

**Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Menambah pengetahuan bagi penulis tentang perbandingan Metode Hidrograf SCS dan Metode Rasional.
2. Memberikan masukan kepada instansi – instansi yang terkait.

**LANDASAN TEORI**

**Parameter Statistik**

Analisis frekuensi data hidrologi bertujuan untuk menentukan nilai dari besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi terjadinya melalui penerapan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi menggunakan variabel-variabel acak dan distribusi probabilitas yang merupakan bagian dari metode statistik.

Dalam analisis statistik data, terdapat parameter-parameter yang dapat membantu dalam menentukan jenis sebaran yang tepat. Parameter-parameter tersebut dibagi dalam 4 (empat) bagian besar pengukuran yaitu, pengukuran *central tendency*, pengukuran variabilitas, pengukuran kemencengan (*skewness*), dan pengukuran keruncingan (kurtosis). Dan jenis-jenis distribusi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Distribusi probabilitas Normal
2. Distribusi probabilitas Gumbel
3. Distribusi probabilitas Log Normal
4. Distribusi probabilitas Log Pearson III

**Uji Kecocokan Distribusi**

Untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperoleh, diperlukan suatu pengujian parameter. Cara yang umum digunakan adalah Uji *Smirnov Kolmogorov*. (Triatmodjo, 2008).

**Intensitas Curah Hujan**

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu (Suripin, 2003). Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi

pula intensitasnya. Dalam perhitungan intensitas curah hujan, metode yang digunakan adalah Metode Mononobe, dengan persamaan berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (1)$$

Dimana  $t_c$  adalah waktu konsentrasi, dan rumus yang digunakan adalah oleh Kirpich (1940) sebagai berikut:

$$t_c = \left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,345} \quad (2)$$

(Suripin, 2003)

**Limpasan (Runoff Curve Number Method)**

Limpasan adalah bagian curah hujan mengalir ke sungai, danau atau laut sebagai permukaan atau aliran bawah permukaan. Limpasan umumnya diartikan sebagai permukaan. Limpasan akan terjadi apabila intensitas curah hujan melebihi kapasitas infiltrasi, evaporasi, intersepsi, tampungan permukaan dan tampungan saluran. Banyak metode yang dapat digunakan untuk menghitung debit limpasan air hujan, antara lain Metode Rasional dan Metode SCS.

**Metode SCS**

Metode ini dikembangkan Victor Mockus tahun 1950. Hidrograf ini menggunakan fungsi hidrograf tanpa dimensi untuk menyediakan bentuk standar hidrograf satuan. Dan juga koordinat hidrograf ini telah ditabelkan, sehingga mempersingkat waktu untuk perhitungan hidrograf Dengan rumus–rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$t_i = \frac{L^{0,8} (2540 - 22,86 CN)^{0,7}}{14,104 CN^{0,7} \times S^{0,5}} \quad (3)$$

$$t_p = \frac{t_r}{2} + t_i \quad (4)$$

Dan untuk persamaan debit puncak:

$$Q_p = \frac{2,08 \times A}{t_p} \quad (5)$$

(Ponce, 1989)

**Metode Rasional**

Metode rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan (DAS) kecil. Suatu DAS disebut DAS kecil apabila distribusi hujan dapat dianggap seragam dalam suatu ruang dan waktu, dan biasanya durasi hujan melebihi waktu konsentrasi.

Dan mempunyai rumus:

$$Q = 0,278 * C * I * A \quad (6)$$

(Triatmodjo, 2008)

**Koefisien Pengaliran**

Koefisien pengaliran adalah persentase jumlah air yang dapat mengalir melalui permukaan tanah dari keseluruhan air hujan yang jatuh pada suatu daerah. Semakin kedap suatu permukaan tanah, maka semakin tinggi nilai koefisien pengalirannya (C).

$$C = Crata - rata = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (7)$$

(Kamiana, 2010)

**METODOLOGI PENELITIAN**

Langkah-langkah yang dilakukan dalam proses penelitian adalah sebagai berikut :

**Studi Literatur**

Studi literatur adalah studi kepustakaan guna mendapatkan teori-teori yang akan digunakan dalam penelitian.

**Survei dan Pengumpulan Data**

Survei ini dilakukan di Stasiun BMKG Kayuatu dan BP DAS Tondano untuk mendapatkan data-data yang diperlukan dalam penelitian berupa data curah hujan harian maksimum tahunan dari 2002 – 2011, Peta DAS Tikala, dan data jenis tanah di DAS Tikala.

**Analisis dan Pembahasan**

Analisis yang dimaksud adalah yaitu menghitung analisis hidrologi guna mencari curah hujan, setelah itu dilakukan perhitungan curah hujan rencana berdasarkan *Distribusi Probabilitas* dan dilanjutkan dengan menghitung intensitas curah hujan dengan menggunakan metode *Mononobe*. Kemudian membandingkan dua metode yaitu metode hidrograf SCS (*Soil Conservasion Service*) dan Metode Rasional sehingga dapat menghasilkan debit limpasan, karena kedua parameter dari metode ini umumnya sama.

**ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

Data curah hujan harian maksimum tahunan yang diambil dari stasiun Klimatologi Kayuatu, dimana stasiun tersebut adalah yang paling dekat dengan lokasi penelitian. Data yang dipakai

berjumlah 10 data dengan 10 tahun pengamatan (2002-2011), berikut adalah rekapitulasi data curah hujan, dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1 Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan**

Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)
2002	113
2003	167
2004	132
2005	127
2006	143
2007	137
2008	152
2009	205
2010	97
2011	129.6
<b>Total</b>	<b>1402.6</b>

Sumber: BMKG Kayuatu

**Parameter Statistik**

Pemilihan tipe distribusi berdasarkan parameter statistik sangat dipengaruhi oleh koefisien kemencengan, koefisien variabilitas dan koefisien keruncingan, tiap kumpulan data akan dicari jenis atau pola sebaran yang paling memenuhi sehingga didapat keakuratan hasil analisis. Sehingga dapat ditentukan jenis sebaran data sesuai syarat-syarat tiap tipe sebaran (Triatmodjo, 2008).

**Tabel 2 Perhitungan Parameter Statistik**

Tipe Sebaran	Persyaratan	Perhitungan Parameter Statistik
Gumbel	$C_s = 1,14$	0.5527
	$C_k = 5,4$	0.0972
Normal	$C_s = 0$	0.5527
	$C_k = 3$	0.0972
Log Normal	$C_s = 0,1234$	0.0331
	$C_k = 3,028$	4.8025
Log Pearson III	Selain dari nilai diatas	

**Uji Smirnov-Kolmogorof**

Uji kecocokan dengan metode Smirnov-Kolmogorov merupakan uji kecocokan dengan melihat selisih peluang terbesar antara distribusi data dengan distribusi teoritisnya, yang diperoleh dari hasil pengeplotan pada kertas probabilitas untuk masing-masing tipe distribusi. (Triatmodjo, 2008)

**Tabel 3 Uji Kecocokan Distribusi Data Terhadap Distribusi Teoritis**

Tipe Sebaran	Selisih Peluang ( $\Delta_{max}$ )	Syarat Smirnov-Kolmogorov	Keterangan
Normal	0.085	$D < 0.41$	Memenuhi
Gumbel	0.10	$D < 0.41$	Memenuhi
Log Normal	0.07	$D < 0.41$	Memenuhi
Log Pearson III	0.055	$D < 0.41$	Memenuhi

Dengan melihat Tabel 3, semua tipe sebaran memenuhi syarat uji Smirnov-Kolmogorov namun untuk menghitung intensitas hujan rencana tetap dipakai tipe sebaran yaitu tipe sebaran Log Pearson III karena memberikan nilai  $\Delta_{max}$  paling kecil.

**Intensitas Curah Hujan**

Dalam perhitungan curah terdapat satu parameter yang harus dicari yaitu waktu konsentrasi, sesuai dengan pers (2),  $t_c = 2,52$  jam. Selanjutnya dilakukan perhitungan intensitas curah hujan dengan pers (1), yang berdasarkan kala ulang, maka dapat dilihat dalam tabel berikut:

**Tabel 4 Intensitas hujan berdasarkan periode kala ulang**

Periode ulang (T)	Intensitas (mm/jam)
2	25.73
5	30.60
10	33.55
25	37.01
50	39.44
100	41.77

**Analisis Limpasan**

**Metode Hidrograf SCS Tanpa Dimensi**

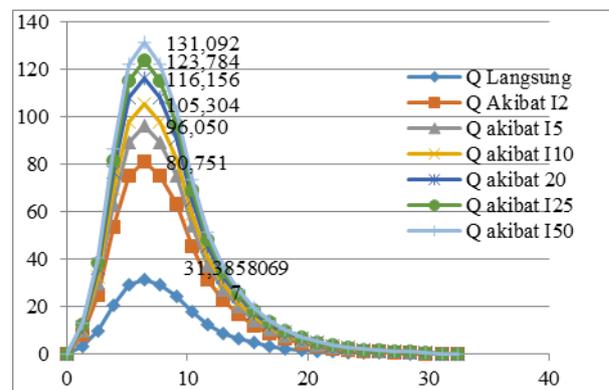
Dalam perhitungan debit limpasan dengan menggunakan metode HSS SCS,

perlu dihitung *Curve Number (CN)* dengan menggunakan data jenis tanah dan tata guna lahan, berikut ini adalah tabel HSG untuk DAS Tikala

**Tabel 5 Hydrologic Soils Group untuk DAS Tikala**

Tata Guna Lahan	Hydrologic Soils Group (HSG)				
	A	B	C	D	
Hutan lahan kering sekunder	30	55	70	77	
Lahan Terbuka	68	79	86	89	
Semak Belukar	32	58	72	79	
Pertanian Lahan Kering	68	79	86	89	
Pertanian Lahan Kering campuran semak belukar	49	69	74	80	
Permukiman					
Luas					
Permukiman perkotaan (65%)	1/8 ac atau kurang	77	85	90	92
Permukiman perkampungan (20%)	1 ac	51	65	77	82

Maka CN adalah 75.131, sehingga dengan menggunakan pers (3), (4) dan (5) maka  $t_1 = 6,4041$  jam,  $t_p = 6,4721$  jam dan  $Q_p = 31,3858$ . Dengan menggunakan ordinat hidrograf yang telah ditabelkan, maka hidrograf limpasan langsung DAS Tikala dengan periode ulang, dapat dilihat pada gambar berikut:



**Gambar 1 Grafik Hidrograf Limpasan**

**Metode Rasional**

Dalam menentukan koefisien pengaliran yang dianggap bisa mendekati, maka DAS Tikala dibagi menjadi beberapa Sub DAS sesuai dengan tata guna lahan seperti pada Tabel 6:

**Tabel 6 Data Tata Guna Lahan Untuk DAS Tikala**

Tata Guna Lahan	Ai	Ci	Ai x Ci
Hutan lahan kering sekunder	1.6773	0.03	0.0503
Lahan terbuka	0.0625	0.34	0.0212
Perbukitan	11.4271		
Perumahan	9.1416	0.325	3.0150
Perkampungan	2.2854	0.5	1.0751
Pertanian lahan kering	9.1105	0.1	0.9111
Pertanian lahan kering campur semak	68.75	0.1	6.8750
Semak belukar	6.5545	0.07	0.4588
Tubuh air	0.0776	0.05	0.0039
<b>Total</b>	<b>97,6594</b>	<b>2.465</b>	<b>12.4340</b>

Sesuai dengan data dari Tabel 6 maka koefisien pengaliran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (7), maka diperoleh  $C_k = 0,1278$ .

Debit limpasan dapat dihitung dengan data tambahan: Intensitas curah hujan (I) periode ulang 2 tahun = 25.73 mm/jam, diperoleh  $Q = 88.9351 \text{ m}^3/\text{det}$

Sehingga untuk periode ulang dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini:

**Tabel 7 Debit limpasan Metode Rasional**

Periode Ulang (T)	Q (m <sup>3</sup> /det)
2	88.9351
5	105.7838
10	115.9760
25	127.9278
50	136.3290
100	144.3783

**PEMBAHASAN**

Dari perhitungan parameter statistik diperoleh bahwa parameter statistik data curah hujan tidak sesuai untuk distribusi Normal, Log Normal dan Gumbel, sehingga data yang ada mengikuti tipe distribusi Log Pearson III. Namun mengingat perbedaan anatara parameter statistik hasil pengujian tidak begitu besar, maka perlu dilakukan uji kecocokan distribusi data curah hujan terhadap fungsi distribusi peluang, sehingga dilakukan uji kecocokan dengan metode

*Smirnov Kolmogorov* dan hasil dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa semua tipe sebaran (Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III) memenuhi syarat untuk uji Smirnov Kolmogorov karena memiliki nilai  $\Delta_{max}$  (selisih peluang terbesar antara distribusi data dan teoritisnya) lebih kecil dari nilai kritis ( $Do = 0,41$ ).

Dalam menghitung intensitas curah hujan rencana dihitung dengan menggunakan metode Mononobe karena data yang dipakai adalah data curah hujan harian. Dalam metode Mononobe. Waktu konsentrasi dengan menggunakan metode Kirpich (1940), dimana sungai terpanjang yaitu 26,3885 km dengan kemiringan lahan antara elevasi maksimum dan minimum (S) 0,048153, maka waktu konsentrasi (tc) 2,52 jam.

Dalam penentuan CN ini menggunakan beberapa peta yaitu peta tataguna lahan dan peta jenis tanah DAS Tikala, menghasilkan  $CN_k$  adalah 75,131. Selanjutnya dilakukan perhitungan waktu keterlambatan ( $t_l$ ) = 6,3041 jam, maka didapat nilai  $t_p = 6,4721$  dan debit puncak ( $Q_p$ ) = 31,3858 m<sup>3</sup>/det. Berdasarkan tabel ordinat hidrograf selanjutnya dilakukan penggambaran grafik hidrograf limpasan (Gambar 1).

Dalam perhitungan debit limpasan dengan Metode Rasional, terlebih dahulu dilakukan perhitungan koefisien pengaliran, dalam perhitungan koefisien pengaliran (C), sehingga diperoleh  $C_k$  adalah 0,11273. Maka debit limpasan maksimum untuk metode Rasional bisa didapat (Tabel 7). Sehingga berdasarkan karakteristik DAS dan tataguna lahan yang tersedia, serta tataguna lahan pada kondisi saat pengamatan maka metode yang sesuai digunakan yaitu metode Hidrograf SCS tanpa dimensi.

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan maka kesimpulan hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan hasil perhitungan dengan metode Rasional dan metode Hidrograf SCS, yaitu sebagai berikut:

Periode Ulang	Q (m <sup>3</sup> /det)	
	SCS	Rasional
2	80.751	88.9351
5	96.050	105.7838
10	105.304	115.9760
25	116.156	127.9278
50	123.784	136.3290
100	131.092	144.3783

2. Berdasarkan karakteristik DAS dan data-data yang tersedia, serta tataguna lahan pada kondisi saat pengamatan maka metode yang sesuai yaitu metode hidrograf SCS tanpa dimensi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta offset. Yogyakarta. Hal. 195-273.
- I Made Kamiana. 2010. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Hal 26-89 dan 136-140
- Ponce, V. M. 1989. *Engineering Hidrology Principles and Practice*. Prentice Hall. New Jersey. Hal 118 – 127 dan 153 – 195
- Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. ANDI. Yogyakarta. Hal. 32-315.