
ANALISIS KAPASITAS SUNGAI CIPARIGI TERHADAP DEBIT BANJIR KALA ULANG

Lingga Saputra¹, Feril Hariati¹, Alimuddin¹

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Kontak Person:

Feril Hariati

Jl. K.H. Sholeh Iskandar Km.2 Bogor

E-mail: feril.hariati@uika-bogor.ac.id

Abstract

Ciparigi is a natural canal that flow across the North of Bogor District. The length of reach around 8.700 m and the freeboard is depth. In previous years, a catchment area of Ciparigi was safe from flood. But recently, around 2015, flooding event was occurred in this area. To find out the root of problem, hydrological analysis and hydraulics analysis were applied. From hydrologic analysis, maximum flood discharge for return periode 2, 5, and 25 year respectively were 59,057 m³/dtk, 66,817 m³/dtk, dan 80,716 m³/dtk. While the average capacity of canal was about 40 m³/s. From the comparison value between existing capacity of canal and maximum flood discharge for each return period, we found out that the flooding event mostly triggered by the reduction of width and depth of canal in downstream area, and caused backwater effect and flooded the upstream area.

Kata kunci: Ciparigi, canal capacity, flood, return period

1. Pendahuluan

Banjir merupakan meningkatnya debit air pada badan sungai sehingga badan sungai tidak mampu lagi menampung air, maka air itu melimpah keluar melewati badan sungai. Kodoatie dan Sugiyanto (2002), menyebutkan dua faktor utama yang mengakibatkan banjir, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alamiah dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia. Banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alamiah diantaranya curah hujan, pengaruh fisiografis, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase yang tidak memadai dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir yang disebabkan oleh tindakan manusia adalah perubahan kondisi DAS, kawasan kumuh, sampah, kerusakan bangunan pengendali banjir dan perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat.

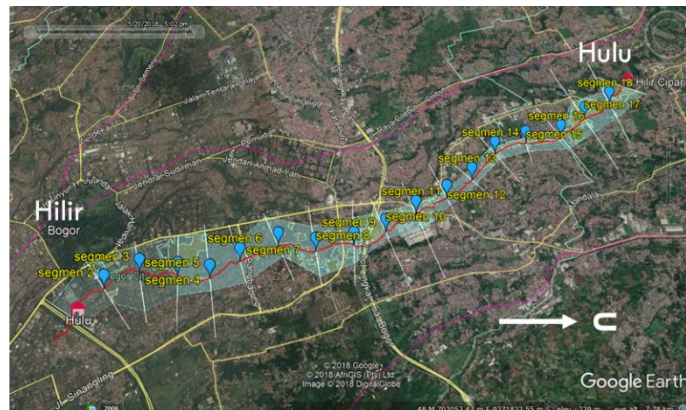
Sungai Ciparigi adalah sungai perennial yang melintasi Kecamatan Bogor Utara dan merupakan Sub-DAS Sungai Ciliwung. Hulu Ciparigi berada di kawasan Komplek Perumahan Bogor Baru, sedangkan hilirnya ada di wilayah Kaum Sari. Jenis sungai ini adalah sungai periodik yang aliran airnya dipengaruhi oleh musim. Sejak dulu sungai Ciparigi terbilang aman terhadap banjir karena permukaan airnya berada cukup jauh dibawah permukaan dataran Akan tetapi, pada 24 November 2015, Ciparigi meluap dan mengakibatkan tergenangnya pemukiman warga di Kelurahan Cibuluh dan Kelurahan Ciparigi. Salah satu fasilitas umum yang terkena luapan adalah SMAN 8 Bogor (Gambar 1).



Gambar 1. Dampak banjir di SMAN 8 Bogor yang berlokasi di Kecamatan Ciparigi
(Sumber: <http://www.bogor-today.com/gedung-sman-8-bogor-terendam-banjir/>)



Secara geografis sungai Ciparigi terbentang dari titik $106^{\circ}48'$ sampai dengan $106^{\circ}59'$ Bujur Timur dan $6^{\circ}32'$ sampai dengan $6^{\circ}47'$ Lintang Selatan dengan panjang total saluran ± 8.700 m. Layout Sungai Ciparigi disajikan pada Gambar 2.



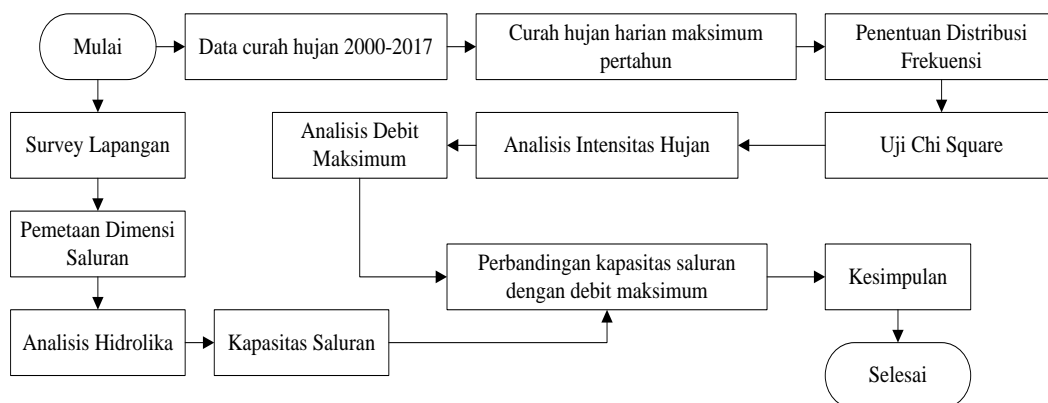
Gambar 2. Layout Sungai Ciparigi

Untuk memperoleh akar masalah dari meluapnya Sungai Ciparigi, maka perlu dilakukan analisis kapasitas sungai terhadap limpasan banjir yang diakibatkan oleh curah hujan kala ulang tertentu. Sebagaimana Allah berfirman dalam QS Ar-Radu ayat 13 “Allah telah menurunkan air (hujan) dari langit, maka mengalirlah air di lembah-lembah menurut ukurannya”, menunjukkan bahwa hujan merupakan sunatullah, dan Allah sudah menyediakan tempat untuk mengalirkannya dalam lembah-lembah, yang dapat dianalogikan sebagai saluran alam, dengan ukuran yang sesuai dengan kapasitasnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas Sungai Ciparigi saat ini, dan membandingkannya dengan debit limpasan yang dihasilkan oleh hujan dengan kala ulang 2, 5, dan 25 tahun. Nilai perbandingan merupakan angka tak berdimensi yang menunjukkan tingkat keamanan saluran terhadap kejadian banjir. Dalam hal ini, penelitian dibatasi oleh curah hujan sebagai penyebab faktor utama meluapnya Sungai Ciparigi. Data hujan yang digunakan merupakan data hujan harian Kota Bogor dari tahun 2000 sampai 2017, yang diperoleh dari Stasiun Penakar Hujan Katulampa. Pertimbangan dalam memilih lokasi stasiun penakar adalah jarak antara daerah tangkapan Sungai Ciparigi yang lebih dekat dibandingkan stasiun penakar lainnya.

2. Metode Penelitian

Diagram alir penelitian

Untuk mendapatkan tujuan, diperlukan tahapan analisis. Dalam melakukan analisis debit banjir, tahapan analisis, serta kebutuhan data yang diperlukan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Penentuan distribusi frekuensi

Dalam memperoleh data hujan dengan kala ulang, maka dilakukan analisis frekuensi. Analisa frekuensi ini untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai dalam mendapatkan curah hujan yang didasarkan pada nilai-nilai koefisien kemencengan (CS), koefisien kurtosis (Ck) dan koefisien variasi (Cv) yang didapat dari parameter-parameter statistik (Soewarno,1986). Dari hasil ketiga tersebut dipilih harga yang paling mungkin terjadi yaitu dengan melihat kriteria dari besarnya parameter statistik. Sri Harto (1983), memberikan batasan nilai parameter statistik untuk beberapa jenis distribusi (Tabel 1).

Tabel 1. Batasan nilai parameter statistic untuk setiap jenis distribusi

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	Cs=0 Ck = 3*Cv ²
Log Normal	Cs=3*Cv
Pearson Type III	Cs ≤ 0
Log Pearson Type III	Cs ≠ 0
Gumbel	Cs ≈ 1,1396 Ck ≤ 5,40002

Pengujian kesesuaian distribusi

Pemeriksaan uji kesesuaian distribusi frekuensi (*The Goodness of Fit Test*) ini dimaksudkan untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa distribusi frekuensi. Dengan pemeriksaan uji ini akan diketahui kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis, atau kebenaran hipotesa secara teoritis (Handajani, 2005) Dalam penelitian ini menggunakan Metode Chi-square.

Analisis intensitas hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung maka intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi intensitasnya. Untuk dapat merubah hujan maksimum harian menjadi intensitas hujan jam-jaman, pola distribusi hujan di Jawa Barat dapat digunakan untuk memperoleh intensitas hujan yang paling tinggi (Wanny, 2003)

Tabel 2. Pola distribusi hujan jam-jaman di Jawa Barat

Pola hujan (jam-jaman)	Presentase (%) jam ke-							
	1	2	3	4	5	6	7	8
3	68	24	8					
4	26	61	10	3				
5	11	54	28	6	1			
6	12	54	24	6	3	1		
7	50,5	25,5	12,6	6,5	3,4	1,2	0,3	
8	12,3	50,2	4,4	7,7	21,5	2,4	1,2	0,3

Untuk penelitian, digunakan pola hujan 6 jam, dengan intensitas maksimum terjadi pada jam kedua, yaitu sebesar 54% dari hujan harian.

Analisis debit rencana maksimum

Metode yang digunakan untuk menghitung debit maksimum rencana adalah dengan menerapkan metode rasional, yaitu:

$$Q = 0,278 * C * I * A \quad (1)$$

Dengan Q merupakan debit banjir (m^3/dtk), C koefisien aliran, I merupakan intensitas hujan (mm/jam), dan A luas daerah pengaliran (km^2)

Analisis kapasitas saluran

Kapasitas saluran eksisting dihitung dengan menggunakan rumus manning, yaitu

$$Q = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A \quad (2)$$

Dengan Q merupakan debit aliran (m^3/dtk), n koefisien manning, R radius hidrolis, S kemiringan saluran, dan A luas permukaan basah saluran (m^2)

Analisis perbandingan antara kapasitas saluran dan debit banjir yang terjadi

Analisis ini bertujuan untuk menentukan apakah saluran aman atau tidak. Dalam perencanaan suatu saluran, perlu diberikan tinggi jagaan (*freeboard*) sebagai tinggi tambahan apabila terjadi banjir. Dalam literatur mengenai hidrolika saluran terbuka, besarnya tinggi jagaan tidak pernah dibahas secara rinci. Diperkirakan, tinggi jagaan setidaknya dapat menampung peningkatan debit normal sebesar 30%. Oleh karena itu, dalam penelitian ini ditentukan nilai kriteria keamanan saluran, yang merupakan nilai tanpa dimensi untuk menentukan keamanan saluran terhadap debit banjir. Bila nilai perbandingan saluran lebih kecil dari satu, maka saluran tidak aman. Bila nilai perbandingan antara 1 sampai 1,3 maka saluran cukup aman, dan bila lebih dari 1,3 saluran sangat aman.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Hujan

Data hujan harian maksimum yang diperoleh dari Stasiun Penakar Hujan Katulampa disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Curah hujan harian maksimum

Tinggi hujan			Tinggi hujan		
No	Tahun	maksimum harian (mm)	No	Tahun	maksimum harian (mm)
1	2000	79	10	2009	92
2	2001	102	11	2010	145
3	2002	154	12	2011	102
4	2003	129	13	2012	136
5	2004	98	14	2013	153
6	2005	111	15	2014	125
7	2006	71	16	2015	126
8	2007	172	17	2016	103
9	2008	166	18	2017	126

Terdapat 18 data hujan maksimum harian, dan dengan melakukan analisis statistik untuk memperoleh koefisien kemencengan (Cs), koefisien kurtosis (Ck) dan koefisien variasi (Cv). Hasil analisis disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai koefisien untuk distribusi normal dan logaritmik

Koefisien	Normal	Log
Cs	0,074	-0,419
Ck	2,974	3,328
Cv	0,233	0,051

Dengan membandingkan hasil analisis dengan syarat distribusi, diperoleh distribusi frekuensi yang paling sesuai dengan sebaran data adalah Log Pearson Type III (Tabel 5)

Tabel 5. Hasil analisis kesesuaian distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat	Nilai koefisien	Keputusan
1	Normal	$C_s \approx 0$	0,074	tidak
		$C_k = 3 \cdot C_v^2 = 0,162$	2,974	
2	Log Normal	$C_s \approx 3 \cdot C_v = 0,152$	-0,149	tidak
3	Pearson Type III	$C_s \leq 0$	0,074	tidak
4	Log Pearson Type III	$C_s \neq 0$	-0,419	ya
5	Gumbel	$C_s \approx 1.1396$	0,074	tidak
		$C_k \leq 5.4002$	2,974	

Sedangkan hasil pemeriksaan uji kesesuaian distribusi frekuensi (*The Goodness of Fit Test*), untuk distribusi Pearson, diperoleh nilai X^2_{cr} sebesar 0,33 lebih kecil dari nilai X Chi Square table dengan signifikansi 95%, yaitu sebesar 7,815. Dengan demikian tidak ada perbedaan yang signifikan antara data dengan hasil distribusi yang diharapkan.

Analisis kala ulang hujan dilakukan dengan menerapkan rumus distribusi frekuensi Log Pearson III, untuk kala ulang 2, 5, dan 25 tahun. Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis kesesuaian distribusi

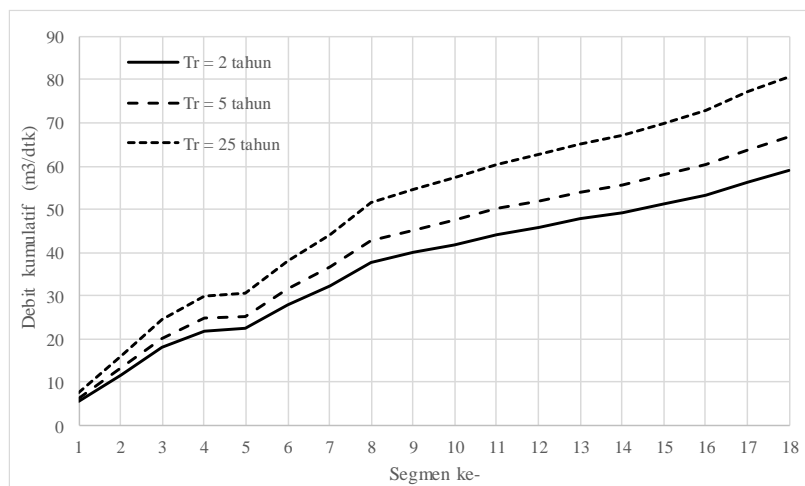
No	Tr (tahun)	K	Log X_T	X_T
1	2	0,063	2,080	120,122
2	5	0,855	2,165	146,382
3	25	1,612	2,248	176,832

Untuk memperoleh debit maksimum, maka nilai hujan harian dirubah menjadi hujan jam-jaman atau intensitas hujan. Dengan menggunakan pola distribusi hujan di Jawa Barat, intensitas maksimum hujan disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Intensitas hujan maksimum

Tr	R24 (mm)	Intensitas maksimum (mm/jam)
2	120,122	64,866
5	146,382	79,046
25	176,832	95,489

Dengan menerapkan rumus rasional, diperoleh nilai debit maksimum rencana untuk setiap kala ulang disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Debit rencana kumulatif maksimum untuk setiap kala ulang 2, 5, dan 25 tahun

Berdasarkan Gambar 4, pada debit maksimum terjadi pada segmen ke-18, dengan jumlah debit untuk periode ulang 2, 5, dan 25 berturut-turut 59,057 m³/dtk, 66,817 m³/dtk, dan 80,716 m³/dtk.

3.2 Analisis kapasitas saluran

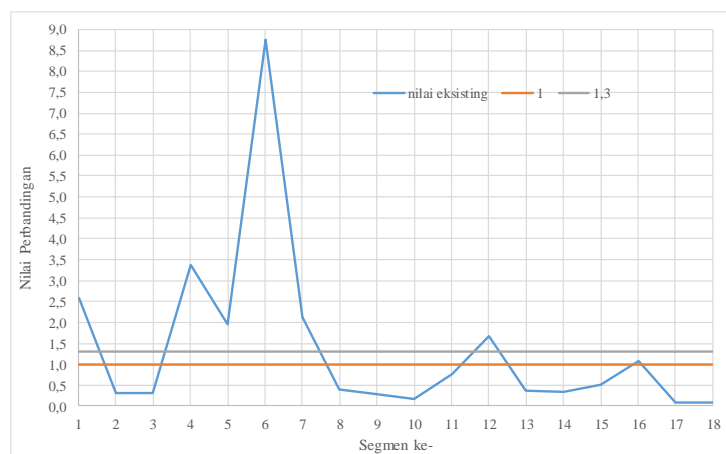
Dengan menggunakan rumus Manning, kapasitas maksimum saluran tiap segmen diperoleh, dan disajikan dalam bentuk tabelaris (Tabel 8).

Tabel 8. Tabel kapasitas maksimum saluran

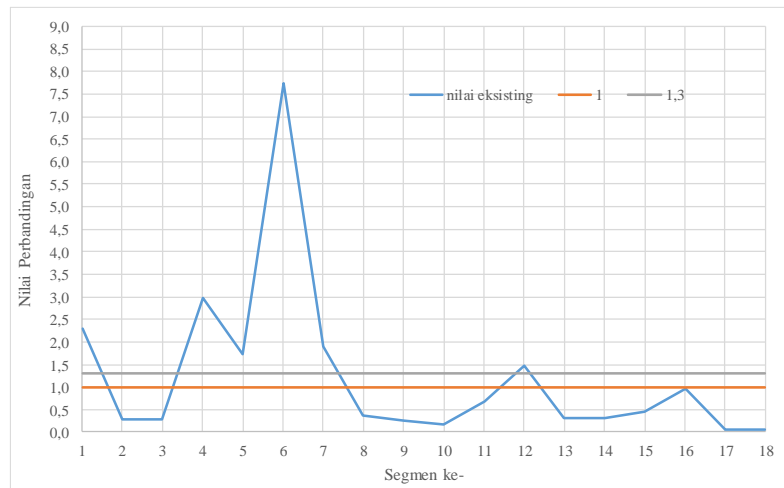
No	Segmen	S rata-rata	n	b (m)	h (m)	P	A (m ²)	R	V (m/dtk)	Q _{rencana} (m ³ /dtk)
1	A ₁	0,01	0,01	1,5	1,7	4,9	2,6	0,52	5,75	14,67
2	A ₂	0,01	0,05	1,8	2,0	5,8	3,6	0,62	1,55	5,59
3	A ₃	0,01	0,05	2,3	2,0	6,3	4,6	0,73	1,73	7,96
4	A ₄	0,01	0,02	4,5	3,0	10,5	13,5	1,29	5,48	74,03
5	A ₅	0,01	0,05	5,0	3,0	11,0	15,0	1,36	2,92	43,73
6	A ₆	0,01	0,02	5,0	7,0	19,0	35,0	1,84	6,97	243,94
7	A ₇	0,01	0,03	4,0	4,0	12,0	16,0	1,33	4,31	68,92
8	A ₈	0,01	0,03	2,1	2,5	7,1	5,3	0,74	2,91	15,26
9	A ₉	0,01	0,02	2,1	2,1	6,3	4,4	0,70	3,66	16,13
10	A ₁₀	0,01	0,03	2,5	2,2	6,9	5,5	0,80	3,06	16,81
11	A ₁₁	0,01	0,02	3,0	2,5	8,0	7,5	0,94	4,44	33,32
12	A ₁₂	0,01	0,02	3,0	5,0	13,0	15,0	1,15	5,10	76,53
13	A ₁₃	0,01	0,02	2,5	2,0	6,5	5,0	0,77	3,89	19,47
14	A ₁₄	0,01	0,02	2,5	2,0	6,5	5,0	0,77	3,89	19,47
15	A ₁₅	0,01	0,02	2,5	2,5	7,5	6,3	0,83	4,11	25,67
16	A ₁₆	0,01	0,02	3,0	2,0	2,0	6,0	3,00	9,65	57,88
17	A ₁₇	0,01	0,05	3,3	3,0	9,3	9,9	1,06	2,22	22,02
18	A ₁₈	0,01	0,05	3,4	3,0	9,4	10,2	1,09	2,25	22,98

3.3 Nilai keamanan saluran terhadap debit limpasan

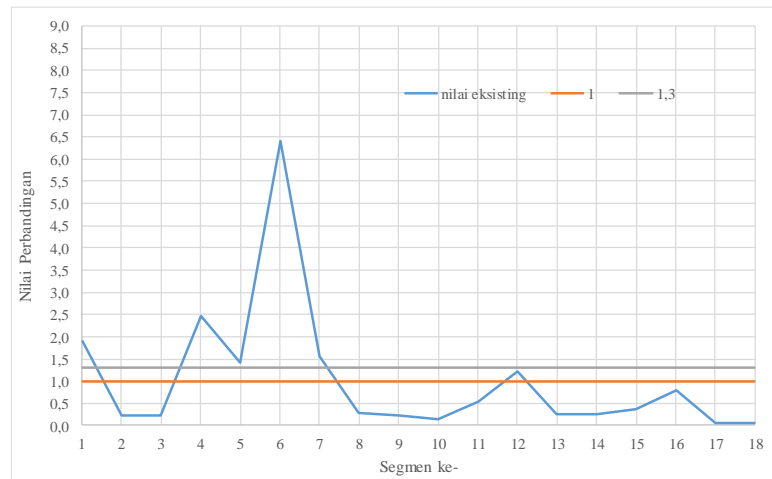
Nilai keamanan saluran diperoleh dengan membagi nilai kapasitas maksimum saluran dengan debit maksimum Sungai Ciparigi untuk setiap kala ulang, seperti yang disajikan pada Gambar 5 sampai dengan 7.



Gambar 5. Nilai perbandingan antara kapasitas maksimum saluran dengan debit rencana maksimum untuk kala ulang 2 tahun



Gambar 6. Nilai perbandingan antara kapasitas maksimum saluran dengan debit rencana maksimum untuk kala ulang 5 tahun



Gambar 7. Nilai perbandingan antara kapasitas maksimum saluran dengan debit rencana maksimum untuk kala ulang 25 tahun

Untuk kala ulang 2 tahun, sebanyak 11 segmen saluran tidak mampu mengalirkan debit rencana maksimum, yaitu segmen 2, 3, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, dan 18. Kondisi yang sama terjadi untuk debit rencana maksimum kala ulang 5 tahun. Untuk kala ulang 25 tahun, jumlah segmen saluran yang tidak mampu mengalirkan debit rencana maksimum bertambah menjadi 12 segmen, dengan berkurangnya nilai perbandingan saluran di segmen 16

Secara keseluruhan, dimensi Sungai Ciparigi sangat bervariasi. Bahkan pada segmen 6, kapasitas sungai mampu menampung kelebihan debit yang lebih besar dari 30%. Hal yang menarik adalah pada segmen 17 dan 18, yang merupakan ujung dari Sungai Ciparigi. Nilai perbandingannya sangat kecil. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kejadian banjir lebih banyak diakibatkan oleh fenomena *backwater* yang dipicu oleh penyempitan dan pendangkalan dari saluran.

4. Kesimpulan

Hasil analisis perbandingan kapasitas eksisting saluran dengan debit rencana maksimum yang diakibatkan oleh hujan dengan kala ulang 2, 5, dan 25 tahun menunjukkan bahwa faktor dimensi saluran yang sangat bervariasi antara satu segmen dengan segmen lainnya merupakan penyebab utama terjadinya banjir di daerah tangkapan Sungai Ciparigi.

Luapan di bagian hulu sungai, lebih banyak dipicu oleh kejadian *backwater*. Air yang mengalir ke arah hilir akan melimpas ke arah hulu akibat adanya penyempitan dan pendangkalan saluran.

Referensi

- Bonnier. 1980. Probability Distribution and Probability Analysis, DPMA, Bandung
- BR, Sri Harto. 1993. Analisis Hidrologi, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- CD, Soemarto. Hidrologi teknik, Usaha Nasional, Surabaya
- Handajani, N. 2005. Analisa distribusi curah hujan dengan kala ulang tertentu. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*. Vol 1, No. 3.
- Kodoatie, R.J., dan Sugianto. 2002. Banjir: Beberapa penyebab banjir dan metode pengendaliannya dalam perspektif lingkungan, Pustaka Pelajar, Yogyakarta
- Maulana, Yudhi. 2015. Kebanjiran ruang kelas SMA di Bogor dipenuhi lumpur, (<http://bogor.tribunnews.com/2015/11/16/kebanjiran-ruang-kelas-smp-di-bogor-dipenuhi-lumpur>, 16 November 2016)
- Peraturan Pemerintah. 2011. Peraturan Pemerintah Tentang Sungai, Standar Nasional Indonesia, Jakarta
- Rosyidie, Arief. 2013. Banjir: Fakta dan dampaknya serta pengaruh dari perubahan guna lahan. *Jurnal perencanaan wilayah dan kota*. Vol 24 No.3
- Subarkah, Imam. 1980. Hidrologi untuk perencanaan bangunan air, Idea Dharma, (Cetakan kedua), Bandung
- Suripin. 2004. Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan, Andi Offset, Yogyakarta
- Wanny K dkk .2003. Pola Hujan Provinsi Jawa Barat. Bandung : PUSAIR

