

## BAB V

### ANALISIS HIDROLOGI

#### 5.1 HUJAN RERATA KAWASAN

Dalam penelitian ini untuk menghitung hujan rerata kawasan digunakan tiga stasiun hujan yang terdekat dari lokasi penelitian yaitu stasiun Prumpung, Brongang, dan Kempot yang terletak di Kecamatan Ngaglik. Data hujan yang digunakan menggunakan data hujan harian 15 tahun yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Opak Yogyakarta dari tahun 1994 sampai tahun 2008. Data hujan yang digunakan merupakan data hujan maksimal harian pada hari yang sama di setiap stasiun hujan yang dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5.1 Data hujan harian tahunan antara tahun 1994 sampai 2008

Tahun	Curah hujan maks (mm)			Tanggal
	Kempot	Prumpung	Brongang	
1994	12	111.3	55	7 Desember
1995	48	151	29	15 November
1996	42	0	87	18 November
1997	39.14	164	0	12 Febuari
1998	-	110.5	56	31 Desember
1999	0	121.5	110	13 Desember
2000	200	53	0	22 November
2001	7	164	8	2 November
2002	165	0	81.14	25 Desember
2003	83	64	26	31 Januari
2004	71	73	83.8	21 Desember
2005	161	29	162	23 Februari
2006	145	161	111	10 April
2007	10	44	200.5	29 Oktober
2008	188	-	31	11 April

Pada data yang diperoleh terdapat data hujan pada stasiun dan periode tertentu yang tidak tercatat dikarenakan masalah yang dialami di lapangan pada periode tersebut. Untuk memperoleh data hujan yang hilang tersebut dapat dilakukan dengan koreksi berdasarkan data hujan dari beberapa stasiun di sekitarnya.

Pada perhitungan ini digunakan metode *Reciprocal*. Berikut perhitungan metode *Reciprocal*.

$$p_x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{p_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i^2}} \quad (5.1)$$

Dimana :

$P_x$  = Data hujan yang hilang di stasiun x

$P_1, P_2, P_n$  = Data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama

$n$  = Jumlah stasiun hujan di sekitar x

$L$  = Jarak antar stasiun (km)

Dengan jarak antar stasiun hujan dapat dilihat pada Tabel 5.2 sebagai berikut.

Tabel 5.2 Jarak antar stasiun

Stasiun	Jarak antar Stasiun (Km)		
	Kemput	Prumpung	Brongang
Kemput	-	7.1	7.35
Prumpung	7.1	-	7.23
Brongang	7.35	7.23	-

Setelah jarak antar stasiun diketahui maka data curah hujan yang hilang dapat dihitung. Sebagai contoh perhitungan digunakan pada stasiun Kemput periode tahun 1998, dengan perhitungan sebagai berikut.

$$p_x = \frac{\frac{110,5}{7,1^2} + \frac{56}{7,35^2}}{\frac{1}{7,1^2} + \frac{1}{7,35^2}}$$

$$= 84,19 \text{ mm}$$

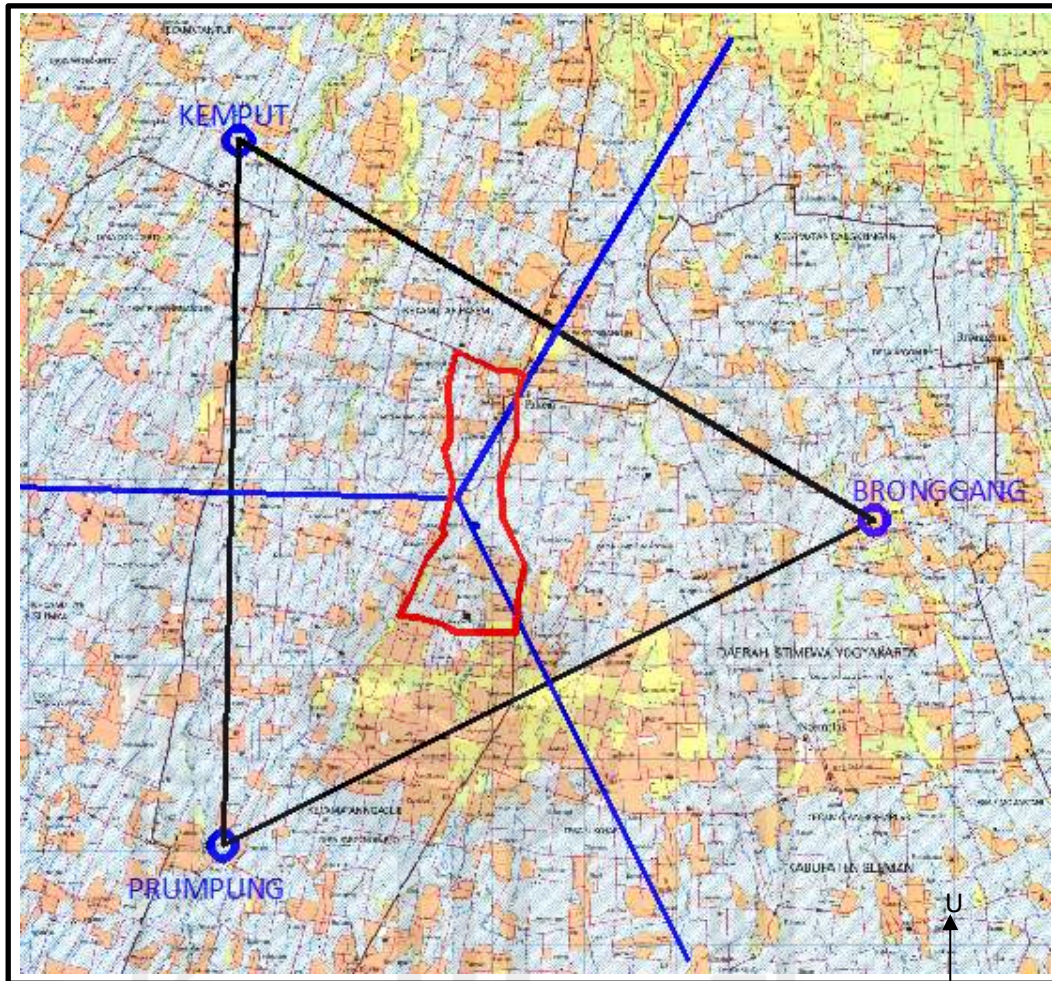
Dengan cara yang sama diperoleh data curah hujan yang hilang sebagai berikut pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Data Curah Hujan Setelah Perbaikan

Tahun	Curah hujan maks (mm)		
	Kemptut	Prumpung	Brongang
1994	12	111.3	55
1995	48	151	29
1996	42.00	0	87
1997	39.14	164	0
1998	84.19	110.5	56
1999	0	121.5	110
2000	200	53	0
2001	7	164	8
2002	165	0	81.14
2003	83	64	26
2004	71	73	83.8
2005	161	29	162
2006	145	161	111
2007	10	44	200.5
2008	188	110.92	31

Setelah data hujan yang hilang tiap stasiun telah lengkap, maka dapat dihitung hujan kawasan yang terjadi pada Kampus Terpadu UII. Dalam perhitungan hujan kawasan terdapat tiga metode perhitungan yaitu metode rerata aritmatika (aljabar), metode Thiessen, dan metode Isohiet. Dalam penelitian ini digunakan metode Thiessen karena dapat memberikan data yang cukup akurat dikarenakan wilayah tangkapan hujan diwakili secara proposional oleh masing-masing alat penakar hujan.

Dari data tiap stasiun dibuat skema tiap stasiun hujan, kemudian ditarik garis untuk menghubungkan tiap-tiap stasiun lalu ditarik garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antar stasiun hujan agar diperoleh luasan *catchment area* hujan kawasan yang diwakili tiap-tiap stasiun hujan sesuai dengan Metode Thiessen seperti pada Gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1 Skema Hujan kawasan dengan Metode Poligon Thiessen

Dari gambar di atas diperoleh luasan masing-masing area yang dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Luasan area tangkapan hujan

Stasiun	Luas area (Km <sup>2</sup> )
Kemput	0.58
Prumpung	0.76
Bronggang	0.57
Total	8.50

Dengan curah hujan dan luasan area yang telah diketahui maka dapat dihitung hujan harian maksimal tahunan menggunakan persamaan (3.1), sebagai berikut.

$$\bar{p} = \frac{12 \times 0,58 + 111,13 \times 0,76 + 55 \times 0,57}{0,58 + 0,76 + 0,57}$$

$$= 64,34 \text{ mm}$$

Dengan cara yang sama diperoleh hujan kawasan untuk Kampus Terpadu UII disajikan pada Tabel 5.5 sebagai berikut.

Tabel 5.5 Hujan rata-rata kawasan Kampus Terpadu UII

Tahun	Hujan rerata (mm)	Tanggal
1994	64.34	7 Desember
1995	83.31	15 November
1996	38.72	18 November
1997	77.14	12 Febuari
1998	86.25	31 Desember
1999	81.17	13 Desember
2000	81.82	22 November
2001	69.77	2 November
2002	74.32	25 Desember
2003	58.43	31 Januari
2004	75.62	21 Desember
2005	108.77	23 Februari
2006	141.22	10 April
2007	80.38	29 Oktober
2008	110.48	11 April

## 5.2 PENGUKURAN STATISTIK DATA HIDROLOGI

Untuk mengetahui jenis distribusi yang akan digunakan, data hujan yang telah diperoleh tersebut diolah secara statistik untuk mencari nilai rerata, standar deviasi, derajat kemencengan ( $\alpha$ ), koefisien asimetri ( $C_s$ ), koefisien kurtosis ( $C_k$ ), dan koefisien variasi ( $C_v$ ).

Kriteria statistik tersebut digunakan untuk mengetahui jenis distribusi yang sesuai untuk analisis frekuensi hujan. Berikut perhitungan nilai parameter statistik yang diperoleh pada Tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5.6 Perhitungan parameter statistik hujan

Tahun	Hujan (x)	(x- $\bar{x}$ )	(x- $\bar{x}$ ) <sup>2</sup>	(x- $\bar{x}$ ) <sup>3</sup>	(x- $\bar{x}$ ) <sup>4</sup>
1994	64.34	-17.77	315.83	-5613.00	99753.28
1995	83.31	1.20	1.43	1.72	2.06
1996	38.72	-43.40	1883.60	-81749.22	3547955.27
1997	77.14	-4.97	24.74	-123.08	612.26
1998	86.25	4.13	17.06	70.48	291.12
1999	81.17	-0.94	0.89	-0.84	0.79
2000	81.82	-0.29	0.09	-0.03	0.01
2001	69.77	-12.35	152.44	-1882.14	23238.14
2002	74.32	-7.80	60.78	-473.90	3694.74
2003	58.43	-23.69	561.07	-13290.16	314803.94
2004	75.62	-6.50	42.26	-274.70	1785.73
2005	108.77	26.66	710.68	18945.65	505063.69
2006	141.22	59.10	3493.23	206462.55	12202675.50
2007	80.38	-1.74	3.02	-5.24	9.10
2008	110.48	28.36	804.37	22812.94	647005.94
Total	1231.74	0.00	8071.51	144881.04	17346891.59

1. Diperoleh rerata ( $\bar{x}$ )  $= \frac{1231,74}{15} = 82,12 \text{ mm}$
2. Standar deviasi (s)  $= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2} = 24,011$
3. Koefisien variasi ( $C_v$ )  $= \frac{s}{\bar{x}} = 0,29$
4. Koefisien asimetri ( $C_s$ )  $= \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^3 = 0,86$
5. Koefisien kurtosis ( $C_k$ )  $= \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^4 = 5,38$

### 5.3 PENENTUAN JENIS DISTRIBUSI

Analisis distribusi hujan dilakukan untuk memperoleh probabilitas besaran hujan yang akan terjadi di waktu yang akan datang berdasarkan kejadian hujan yang telah lalu. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu.

Analisis frekuensi ini dilakukan dengan menggunakan sebaran kemungkinan teori *probability distribution* dan sebaran yang biasa digunakan adalah sebaran

Gumbel, sebaran Log Pearson III, sebaran Normal dan sebaran Log Normal. Dengan syarat sebagai dan hasil dari perhitungan sebagai berikut.

Tabel 5.7 Persyaratan parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan
1	Normal	$(\bar{x} \pm s) = 68,27\%$	73,33%
		$(\bar{x} \pm 2s) = 95,44\%$	93,33%
		$C_s \approx 0$	0,86
		$C_k \approx 3$	5,38
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v = 0,90$	0,86
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 4,48$	5,38
3	Gumbel	$C_s = 1,14$	0,86
		$C_k = 5,4$	5,38
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas	

Dari tabel diatas maka distribusi yang digunakan pada penelitian ini adalah distribusi Log Pearson III.

Analisis distribusi Log Pearson III merupakan bentuk sebaran Log Pearson III yang merupakan hasil transformasi dari sebaran Pearson tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik. Berikut perhitungan dengan metode Log Pearson III yang disajikan pada Tabel 5.8 sebagai berikut.

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan metode Log Pearson Tipe III

Tahun	Hujan (x)	Y= log (x)	(y- $\bar{y}$ )	(y- $\bar{y}$ ) <sup>2</sup>	(y- $\bar{y}$ ) <sup>3</sup>	(y- $\bar{y}$ ) <sup>4</sup>
1994	64.34	1.808	-0.09	0.0078	-0.00069	0.000061
1995	83.31	1.920	0.02	0.0005	0.000013	0.0000003
1996	38.72	1.587	-0.31	0.0956	-0.0295	0.00914
1997	77.14	1.887	-0.01	0.000097	-9×10 <sup>-6</sup>	9×10 <sup>-9</sup>
1998	86.25	1.935	0.04	0.0014	0.000057	0.0000022
1999	81.17	1.909	0.01	0.00015	0.000001	0.00000002
2000	81.82	1.912	0.02	0.00024	0.0000038	0.00000006
2001	69.77	1.843	-0.05	0.0028	-0.00015	0.0000081
2002	74.32	1.871	-0.03	0.00067	-0.000017	0.00000046
2003	58.43	1.766	-0.13	0.01703	-0.00222	0.00029

Lanjutan Tabel 5.8

Tahun	Hujan (x)	Y= log (x)	(y- $\bar{y}$ )	(y- $\bar{y}$ ) <sup>2</sup>	(y- $\bar{y}$ ) <sup>3</sup>	(y- $\bar{y}$ ) <sup>4</sup>
2004	75.62	1.878	-0.02	0.00034	-0.0000063	0.0000001
2005	108.77	2.036	0.14	0.0194	0.00270	0.000377
2006	141.22	2.149	0.25	0.0638	0.01614	0.00408
2007	80.38	1.905	0.01	0.000063	0.00000051	4×10 <sup>-9</sup>
2008	110.48	2.043	0.15	0.02135	0.003119	0.000455
Total	1231.74	28.46	0.00	0.23	-0.01	0.01

Dengan cara yang sama seperti pada perhitungan parameter statistik untuk metode Log Pearson III diperoleh nilai sebagai berikut.

1. Rerata ( $\bar{x}$ ) = 1,90
2. Standar deviasi (s) = 0,129
3. koefisien variasi (C<sub>v</sub>) = 0,07
4. koefisien asimetri (C<sub>s</sub>) = -0,41
5. Koefisien kurtosis (C<sub>k</sub>) = 5,43

Kemudian untuk mencari nilai hujan rancangan digunakan persamaan (3.10), sebagai berikut.

$$Y = \bar{Y} + K \cdot S$$

Nilai K diperoleh berdasarkan nilai C<sub>s</sub> dari hasil perhitungan dimana nilai diperoleh sebesar C<sub>s</sub> = -0,41 berada di antara -0,40 dan -0,50 sehingga perlu dilakukan interpolasi sebagai berikut.

$$k_{2\text{tahun}} = \frac{(0,083 - 0,066) \times 0,1}{10} + (0,066) = 0,0677$$

Sehingga hujan rancangan 2 tahun sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Y_{2\text{tahun}} &= 1,90 + (0,0677 \times 1,90) \\ &= 1,9058 \end{aligned}$$

$$P = \text{anti log} (1,9058)$$



$$= 80,51223 \text{ mm}$$

Dengan cara yang sama diperoleh hujan rancangan dengan Metode Log Pearson III kala ulang 2 dan 5 tahun disajikan pada Tabel 5.9 sebagai berikut.

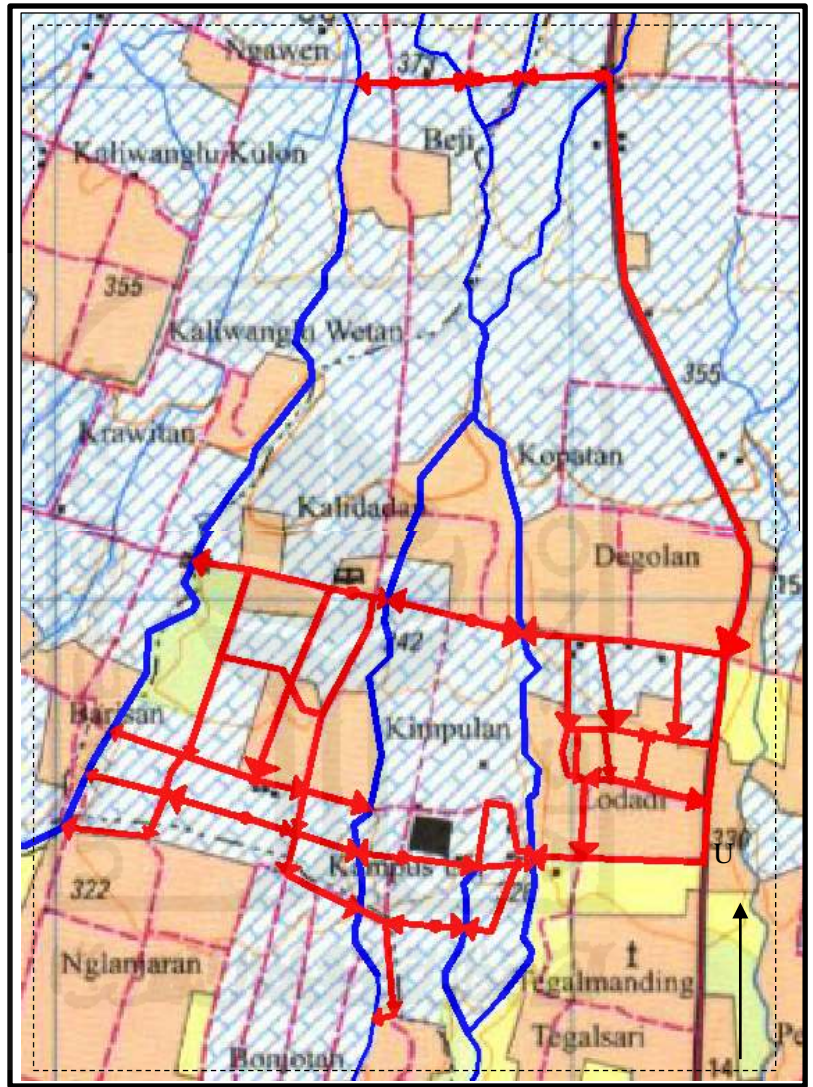
Tabel 5.9 Hujan rancangan kala ulang

Tahun	Y	K	Yn	P (mm)
2	1.90	0.0677	1.905862	80.51223
5	1.90	0.8551	2.007154	101.6609

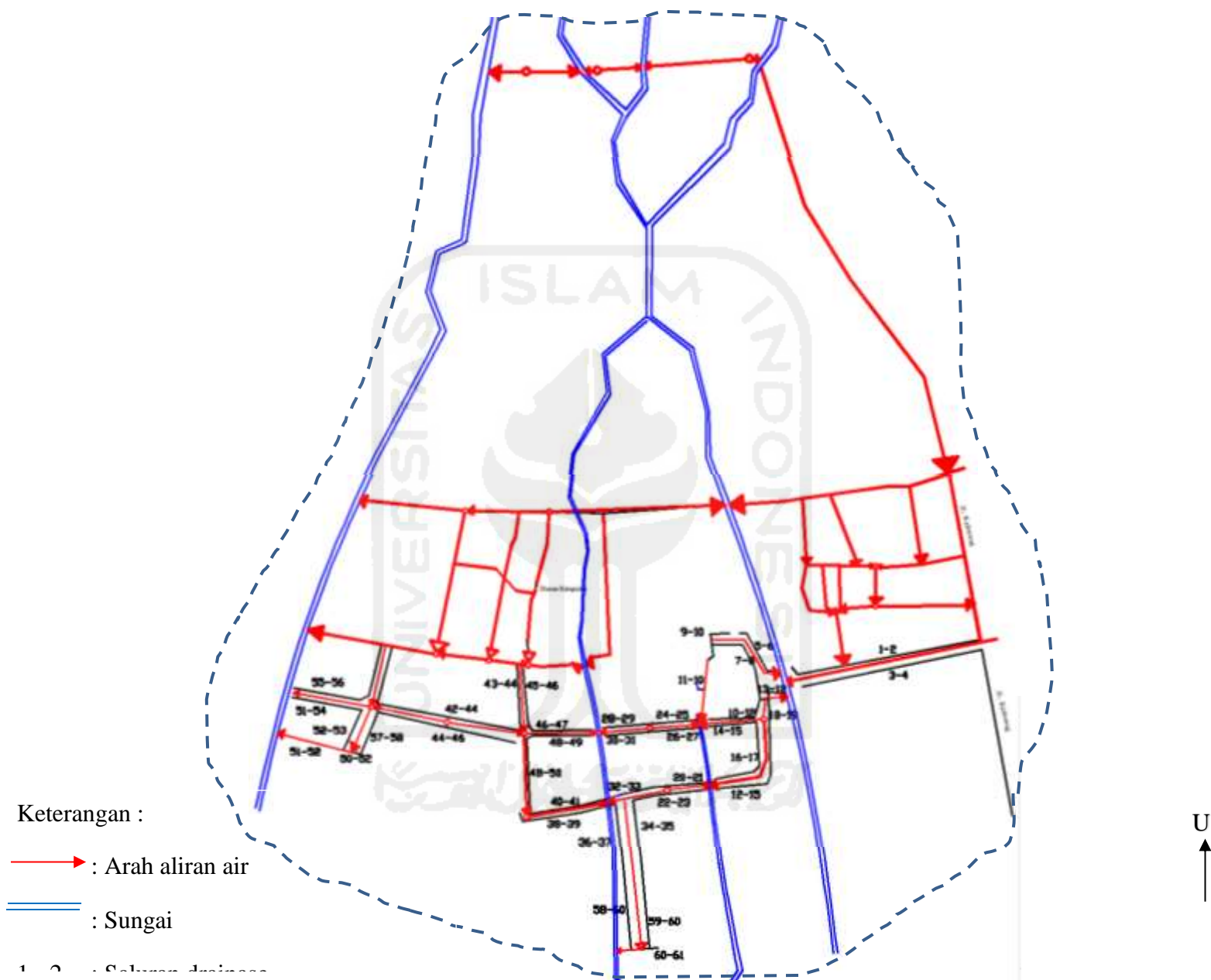
#### 5.4 KOEFISIEN LIMPASAN PERMUKAAN

Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah ada yang langsung masuk terserap ke dalam tanah dan ada juga yang tidak sempat masuk ke dalam tanah dan mengalir di atas permukaan tanah ke tempat yang lebih rendah. Faktor yang mempengaruhi masuknya air ke dalam tanah atau mengalir ke permukaan biasa disebut koefisien aliran permukaan.

Koefisien aliran permukaan ialah fungsi dari tata guna lahan suatu kawasan, apabila suatu kawasan memiliki permukaan kedap air, seperti perkerasan aspal dan atap bangunan, maka akan menghasilkan aliran hampir 100% setelah permukaan menjadi basah yang artinya air langsung mengalir ke permukaan tanah tanpa terserap masuk ke dalam tanah. Untuk mengetahui koefisien limpasan suatu kawasan maka perlu diketahui terlebih dahulu luasan dan tata guna lahan kawasan tersebut. Berikut ini adalah kondisi daerah layanan saluran drainase di kawasan Kampus Terpadu UII yang disajikan pada Gambar 5.2 dan Gambar 5.3 sebagai berikut.



Gambar 5.2 Skema layanan saluran drainase



Keterangan :

→ : Arah aliran air

— : Sungai

- - - : Saluran drainase



Gambar 5.3 Skema layanan saluran drainase *existing* kampus UII

Dari skema daerah layanan tiap-tiap saluran di atas untuk masing-masing saluran drainase melayani daerah-daerah dengan kondisi tata guna lahan yang berbeda-beda yang dapat dilihat pada Tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5.10 Perhitungan koefisien limpasan tiap-tiap daerah layanan saluran drainase

No	Saluran		Tata Guna Lahan	Luas (ha)	C	(A×C)	C Kawasan
	Dari	Ke					
1	1	2	Gedung Book store	0.451	0.50	0.23	0.65
			Gedung Apotik	0.451	0.50	0.23	
			Taman	0.225	0.20	0.05	
			Dusun Lodadi	5.230	0.70	3.66	
			Total	6.357		4.17	
2	3	4	Gedung Badan Wakaf	0.139	0.50	0.07	0.32
			Taman	0.209	0.20	0.04	
			Total	0.348		0.11	
3	5	6	Gedung Markas Komando	0.206	0.50	0.10	0.44
			Gedung LEM	0.344	0.50	0.17	
			Taman	0.138	0.20	0.03	
			Total	0.688		0.30	
4	7	8	Gedung Masjid Ulil	0.195	0.50	0.10	0.55
			Parkiran	0.195	0.60	0.12	
			Total	0.389		0.22	
5	9	10	Parkiran	0.076	0.60	0.05	0.56
			Gedung Kedokteran	0.051	0.50	0.03	
			Total	0.127		0.08	
6	11	10	Parkiran FPSB	0.513	0.60	0.31	0.56
			Gedung FPSB	0.342	0.50	0.17	
			Total	0.856		0.48	
7	10	12	Gedung Masjid Ulil	0.102	0.50	0.05	0.55
			Parkiran	0.102	0.60	0.06	
			Total	0.204		0.11	
8	13	12	Masjid Ulil	0.132	0.50	0.07	0.54
			Halaman terbuka	0.088	0.60	0.05	
			Total	0.219		0.12	

Lanjutan Tabel 5.10

No	Saluran		Tata Guna Lahan	Luas (ha)	C	(A×C)	C Kawasan
9	14	15	Taman	0.049	0.20	0.01	0.31
			Gedung Playgrup	0.032	0.50	0.02	
			Total	0.082		0.02	
10	12	15	Jalan	0.015	0.60	0.01	0.60
			Total	0.015		0.01	
11	16	17	Gedung Perpustakaan Pusat	0.505	0.50	0.25	0.41
			Taman	0.217	0.20	0.04	
			Total	0.722		0.29	
12	18	19	Taman kosong	0.504	0.20	0.10	0.20
			Total	0.504		0.10	
13	20	21	Parkiran	0.166	0.60	0.10	0.52
			Gedung D3 Ekonomi	0.416	0.50	0.21	
			Gedung FPSB	0.249	0.50	0.12	
			Total	0.832		0.43	
14	22	23	Lapangan Bola	0.041	0.20	0.01	0.19
			Lahan Kosong	0.010	0.15	0.001	
			Total	0.051		0.011	
15	24	25	Gedung FPSB	0.246	0.50	0.12	0.53
			Parkiran	0.105	0.60	0.06	
			Total	0.351		0.18	
16	26	27	Jalan	0.044	0.60	0.03	0.52
			Gedung Taman	0.011	0.20	0.002	
			Total	0.055		0.032	
17	28	29	Parkiran	0.138	0.60	0.08	0.53
			Gedung Lab Teknik	0.184	0.50	0.09	
			Gedung Kedokteran	0.138	0.50	0.07	
			Total	0.462		0.24	
18	30	31	Jalan	0.045	0.60	0.03	0.60
			Total	0.045		0.03	
19	32	33	Gedung GKU	0.371	0.50	0.19	0.44
			Taman	0.092	0.20	0.02	
			Total	0.464		0.21	
20	34	35	Jalan	0.043	0.60	0.03	0.60
			Total	0.043		0.03	

Lanjutan Tabel 5.10

No	Saluran		Tata Guna Lahan	Luas (ha)	C	(A×C)	C Kawasan
	Dari	Ke					
21	36	37	Lahan Pohon	0.285	0.10	0.03	0.10
Total				0.285		0.03	
22	38	39	Parkiran FMIPA	0.278	0.60	0.17	0.60
			Jalan	0.119	0.60	0.07	
Total				0.398		0.24	
23	40	41	Gedung FMIPA	0.477	0.50	0.24	0.58
			Parkiran	0.477	0.60	0.29	
			Lapangan Futsal	0.238	0.70	0.17	
Total				1.194		0.70	
24	42	44	Gedung FTI	0.698	0.50	0.35	0.55
			Parkiraan	0.698	0.60	0.42	
Total				1.396		0.77	
25	43	44	Parkiran	0.227	0.60	0.14	0.53
			Dusun Kimpulan	11.89	0.70	8.32	
			Dusun Kopatan	15.57	0.40	6.23	
Total				142,72		14.69	
26	45	46	Jalan	0.059	0.60	0.04	0.53
			Dusun Kimpulam	11.89	0.70	8.32	
			Dusun Kopatan	15.57	0.40	6.23	
Total				140.89		14.59	
27	44	46	Jalan	0.0132	0.60	0.01	0.60
Total						0.01	
28	46	47	Gedung FTSP	1.025	0.50	0.51	0.50
Total						0.51	
29	48	49	Jalan	0.323	0.60	0.19	0.60
Total						0.19	
30	48	50	Jalan	0.09	0.60	0.05	0.60
Total						0.05	
31	51	52	Jalan	0.045	0.60	0.03	0.60
Total						0.03	
32	50	52	Jalan	0.135	0.60	0.08	0.60
Total						0.08	
33	52	53	GOR	0.546	0.50	0.27	0.50
Total						0.27	
34	51	54	GOR	0.054	0.50	0.03	0.53
			Parkir GOR	0.036	0.60	0.02	
Total				0.091		0.05	

Lanjutan Tabel 5.10

No	Saluran		Tata Guna Lahan	Luas (ha)	C	(A×C)	C Kawasan
	Dari	Ke					
35	55	56	Lahan Kosong Paving	0.591	0.60	0.35	0.60
Total				0.591		0.35	
36	57	58	Lahan Kosong	1.302	0.15	0.20	0.15
				1.302		0.20	
37	59	60	Gedung Rusunawa	0.398	0.50	0.20	0.45
			Jalan	0.199	0.60	0.12	
			Taman	0.199	0.20	0.04	
Total				0.797		0.36	
38	58	60	Jalan	0.222	0.60	0.13	0.60
Total				0.222		0.13	
39	60	61	Gedung Bengkel UII	0.033	0.50	0.02	0.50
Total				0.033		0.02	

### 5.5 KEMIRINGAN KAWASAN (*SLOPE*)

*Slope* saluran adalah kemiringan tanah dari panjang saluran. Untuk mendapatkan nilai *slope* saluran diketahui panjang saluran dan elevasi tanah awal serta elevasi tanah akhir. Untuk mengetahui elevasi tanah diperoleh dari data gambar elevasi tanah Kampus Terpadu UII yang disajikan pada Tabel 5.11 sebagai berikut.

Tabel 5.11 Kemiringan Saluran

No	Saluran		L <sub>d</sub>	Elevasi		S <sub>d</sub>
	Ke	Dari		Awal	Akhir	
1	1	2	140	2.993	2.411	0.0042
2	3	4	150	2.893	2.225	0.0045
3	5	6	200	2.744	2.134	0.0031
4	7	8	200	2.432	2.143	0.0014
5	9	10	150	2.582	2.143	0.0029
6	11	10	150	1.934	1.693	0.0016
7	10	12	200	2.449	2.981	0.0027
8	13	12	200	2.843	2.503	0.0017
9	14	15	150	2.449	2.981	0.0035

Lanjutan Tabel 5.11

No	Saluran		L <sub>d</sub>	Elevasi		S <sub>d</sub>
	Ke	Dari		Awal	Akhir	
10	12	15	150	2.228	1.695	0.0036
11	16	17	200	2.916	1.285	0.0082
12	18	19	200	2.823	2.522	0.0015
13	20	21	200	2.423	1.854	0.0028
14	22	23	150	2.344	1.934	0.0027
15	24	25	150	2.228	1.695	0.0036
16	26	27	150	2.351	1.784	0.0038
17	28	29	150	2.312	2.112	0.0013
18	30	31	200	2.309	2.187	0.0006
19	32	33	150	2.423	1.854	0.0038
20	34	35	150	2.812	2.394	0.0028
21	36	37	150	2.725	2.294	0.0029
22	38	39	150	2.543	1.884	0.0044
23	40	41	200	2.528	1.704	0.0041
24	42	44	150	2.461	1.731	0.0049
25	43	44	200	2.394	1.931	0.0023
26	45	46	200	2.356	1.941	0.0021
27	44	46	150	2.471	1.812	0.0044
28	46	47	200	3.002	2.513	0.0024
29	48	49	200	2.931	2.489	0.0022
30	48	50	200	2.528	1.804	0.0036
31	51	52	150	3.126	2.543	0.0039
32	50	52	150	2.563	2.121	0.0029
33	52	53	200	2.983	2.345	0.0032
34	51	54	200	1.825	2.341	0.0026
35	55	56	200	1.839	2.295	0.0023
36	57	58	150	2.643	3.214	0.0038
37	59	60	150	2.642	1.997	0.0043
38	58	60	200	2.725	2.194	0.0027
39	60	61	150	2.123	2.645	0.0035



Tabel 5.12 Kemiringan Lahan

No	Saluran		L <sub>d</sub>	Elevasi		S <sub>d</sub>
	Ke	Dari		Awal	Akhir	
1	1	2	290	331.96	332.49	0.0018
2	3	4	218.08	331.04	331.49	0.0021
3	5	6	117.55	339.98	337.64	0.0199
4	7	8	197.08	333.96	333.49	0.0024
5	9	10	96.12	346.35	345.47	0.0092
6	11	10	34.11	334.86	334.47	0.0114
7	10	12	38.45	334.47	331.88	0.0674
8	13	12	83.5	331.99	331.88	0.0013
9	14	15	69.85	331.67	330.93	0.0106
10	12	15	13.06	331.1	330.19	0.0697
11	16	17	144.31	331.65	330.56	0.0076
12	18	19	193.78	331.13	330.56	0.0029
13	20	21	93.21	326.89	326.46	0.0046
14	22	23	36.62	326.89	326.53	0.0098
15	24	25	82.3	333.27	331.88	0.0169
16	26	27	78.57	333.27	332.1	0.0149
17	28	29	49.97	334.86	334.08	0.0156
18	30	31	56.74	331.99	331.11	0.0155
19	32	33	58.34	328.73	328.23	0.0086
20	34	35	47.5	328.45	327.74	0.0149
21	36	37	47.5	328.45	328.74	0.0061
22	38	39	153.15	332.08	331	0.0071
23	40	41	247.27	334.07	332.64	0.0058
24	42	44	286.29	337.46	336.76	0.0024
25	43	44	1489	336.89	335.76	0.0008
26	45	46	1489	337.27	335.97	0.0009
27	44	46	6.46	336.89	335.76	0.1749
28	46	47	136.32	335.28	333.5	0.0131
29	48	49	373.41	336.6	335.5	0.0029
30	48	50	75.58	336.6	336.31	0.0038
31	51	52	78.91	336.49	336.24	0.0032
32	50	52	14.23	334.31	334.24	0.0049
33	52	53	87.19	334.24	333.68	0.0064
34	51	54	97.12	336.49	335.22	0.0131
35	55	56	154.66	337.33	336.22	0.0072
36	57	58	164	324.02	323.48	0.0033
37	59	60	164	327.79	327.5	0.0018
38	58	60	9	318.48	317.5	0.1089
39	60	61	17.62	317.5	316.59	0.0516

## 5.6 DEBIT BANJIR

Perhitungan debit banjir menggunakan metode Rasional dengan persamaan sebagai berikut.

$$Q = C \times I \times A \quad (5.2)$$

Untuk nilai C dan A dapat dilihat pada Tabel 5.11 sedangkan untuk nilai intensitas hujan dihitung menggunakan persamaan (3.17).

Waktu konsentrasi suatu DAS adalah waktu yang diperlukan air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat keluaran DAS (titik kontrol) setelah tanah menjadi jenuh dan titik-titik depresi-depresi kecil terpenuhi. Waktu konsentrasi di sini terbagi atas dua bagian, waktu konsentrasi pada saluran dan waktu konsentrasi pada lahan. Berikut contoh perhitungan debit banjir pada saluran 1 – 2 sebagai berikut.



Gambar 5.4 Skema perhitungan waktu konsentrasi saluran 1-2

1. Waktu konsentrasi pada saluran dihitung menggunakan persamaan (3.20), sebagai berikut.

$$t_d = \frac{140}{60 \times 3,474} = 0,672 \text{ menit}$$

2. Waktu konsentrasi pada lahan dihitung menggunakan persamaan (3.19), sebagai berikut.

$$t_o = 0,76 \times 0,06357^{0,38} = 16,003 \text{ menit}$$

Waktu konsentrasi total diperoleh dengan persamaan (3.21), sebagai berikut.

$$t_c = t_o + t_d = 0,672 + 16,003 = 16,675 \text{ menit}$$

3. Intensitas hujan dengan hujan rancangan 2 tahun dihitung dengan persamaan (3.17), sebagai berikut.

$$I = \frac{80,5122}{24} \left[ \frac{24}{\left(\frac{16,675}{60}\right)} \right]^{\frac{2}{3}} = 65,542 \text{ mm/jam}$$

Dengan cara yang sama dapat diperoleh hujan intensitas kala ulang 5 tahun yang dapat dilihat pada tabel 5.14

4. Setelah intensitas hujan diperoleh dapat dihitung debit banjir kala ulang 2 tahun menggunakan persamaan Rasional sebagai berikut.

$$Q = \frac{1}{360} \times 0,65 \times 65,542 \times 6,357 = 0,753 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dengan cara yang sama dapat diperoleh debit banjir kala ulang 2 tahun dan 5 tahun yang dapat dilihat pada Tabel 5.13 sebagai berikut.

Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Debit Banjir

No	Saluran		C	t <sub>d</sub> (menit)	t <sub>o</sub> (menit)	t <sub>c</sub> (menit)	Intensitas		Q <sub>banjir</sub>	
	Ke	Dari					2 thn	5 thn	2 thn	5 thn
1	1	2	0.65	0.672	16.003	16.675	65.542	82.763	0.757	0.956
2	3	4	0.32	0.707	5.306	6.013	129.363	163.354	0.040	0.051
3	5	6	0.44	1.161	6.875	8.035	106.633	134.650	0.090	0.113
4	7	8	0.55	1.250	5.535	6.785	119.359	150.720	0.071	0.090
5	9	10	0.56	0.936	3.618	4.553	155.716	196.631	0.031	0.039
6	11	10	0.56	1.087	7.873	8.960	99.163	125.218	0.154	0.195
7	10	12	0.55	1.278	4.331	5.609	135.503	171.106	0.042	0.053
8	13	12	0.54	1.429	6.559	7.989	107.048	135.176	0.101	0.128
9	14	15	0.31	0.707	3.063	3.770	176.599	223.000	0.013	0.016
10	12	15	0.60	0.892	6.176	8.277	104.543	132.012	0.032	0.040
11	16	17	0.41	0.838	7.002	7.839	108.401	136.884	0.089	0.113
12	18	19	0.20	1.278	6.108	7.386	112.795	142.432	0.032	0.040
13	20	21	0.52	1.022	7.389	8.412	103.427	130.602	0.124	0.157
14	22	23	0.19	0.799	2.558	3.357	190.809	240.944	0.005	0.006
15	24	25	0.53	0.885	5.323	6.208	126.641	159.916	0.065	0.083
16	26	27	0.52	0.871	2.632	3.504	185.447	234.173	0.015	0.019
17	28	29	0.53	1.131	5.909	7.040	116.460	147.060	0.079	0.100
18	30	31	0.60	1.833	2.439	4.272	162.478	205.170	0.012	0.015
19	32	33	0.44	0.714	6.813	7.527	111.381	140.647	0.096	0.121
20	34	35	0.60	0.865	2.861	3.726	178.001	224.770	0.015	0.019
21	36	37	0.10	0.858	4.918	5.776	132.881	167.796	0.011	0.013
22	38	39	0.60	0.888	5.584	6.472	123.178	155.543	0.082	0.103
23	40	41	0.58	1.204	8.714	5.339	140.040	176.835	0.289	0.365
24	42	44	0.55	0.653	8.995	9.648	94.390	119.191	0.201	0.254
25	43	44	0.53	1.456	27.992	29.447	44.860	56.647	1.829	2.309
26	45	46	0.53	1.496	27.927	29.423	44.885	56.678	1.818	2.296
27	44	46	0.60	0.535	21.468	22.003	54.480	68.795	1.251	1.579
28	46	47	0.50	0.989	7.999	8.988	98.959	124.961	0.152	0.192
29	48	49	0.60	1.039	5.158	6.197	126.799	160.116	0.068	0.086
30	48	50	0.60	0.962	3.174	4.135	166.041	209.668	0.025	0.031

Lanjutan Tabel 5.13

No	Saluran		C	t <sub>d</sub> (menit)	t <sub>o</sub> (menit)	t <sub>c</sub> (menit)	Intensitas		Q <sub>banjir</sub>	
	Ke	Dari					2 thn	5 thn	2 thn	5 thn
31	51	52	0.60	0.708	2.439	3.147	199.187	251.524	0.015	0.019
32	50	52	0.60	0.759	3.702	4.462	157.842	199.315	0.036	0.045
33	52	53	0.50	1.040	6.489	7.529	111.358	140.618	0.080	0.102
34	51	54	0.53	1.097	6.852	7.949	107.404	135.625	0.104	0.131
35	55	56	0.60	1.670	6.489	8.159	105.550	133.284	0.095	0.120
36	57	58	0.15	1.062	17.619	18.681	60.762	76.727	0.207	0.262
37	59	60	0.45	1.069	7.383	3.237	195.504	246.872	0.207	0.262
38	58	60	0.60	1.608	4.473	6.081	128.406	162.145	0.048	0.060
39	60	61	0.50	1.127	2.168	3.295	193.200	243.963	0.009	0.011

