

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI BANJIR PADA SALURAN DRAINASE SISTEM III DI KOTA SINGARAJA

N SURAYASA ¹⁾, I N MERIT ²⁾, DAN I N SUNARTA ³⁾

¹⁾ PS Teknik Sipil Unwar

^{2,3)} Environment Study, Master Program Udayana University

ABSTRACT

The problems which arise in every rainy season in Singaraja are flood and the back up of water. They are caused by the inability of totally functioning drainage system. The lack of awareness and participation of the society in maintaining the drainage system nearby causes clogging in the drainage system caused by industrial garbage or those come from houses.

This research is aimed at knowing the suitability of the debit capacity of drainage system and the factors causing flood in drainage system III in Singaraja city. The reason why the analysis of flood was conducted is because flood often appears in this location, and in this city there are also : (1) area of water source called Mumbul (source of fresh water or municipal waterworks). If the flood flows into this area, it will be worrying that the water will be polluted and the water pump will be broken, (2) market, (3) shopping area, and (4) housing.

This research was conducted since March until June 2008 at drainage system III in Singaraja city around Tasbih street, Anggrek street, Leli street, Kenanga street, Flamboyan street, Tukad Mumbul, and A.Yani street.

To know the debit capacity of the drainage system (Q_s) and factors causing flood in drainage system III in Singaraja city, the analysis using mathematical model was conducted, in this case drainage dimension, debit surface running of water (Q_p), and flood debit (Q_b) were used as the input. Meanwhile, the factors influencing why the society threw garbage into the drainage were analyzed based on the descriptive method.

The result of the research shows that the capacity the debit at Tasbih street, Leli street, Anggrek street, A. Yani Street, Flamboyan street, as well as Tukad Mumbul have been over the capacity, while the capacity of drainage debit at Anggrek and Kenanga Street have matched with planned condition (environment condition), with the $Q_s=74,66$ m³/second; $Q_p=115,68$ m³/second; $Q_b=6,79$ m³/second. From the mathematical model analysis we got contribution of debit caused by change of environment (Q_l)=45,27 m³/second and the debit caused by social behavior (Q_m)=6,35 m³/second. The act of society that brings effect to flood is the act of throwing garbage in disposal area and this causes the increase of water debit until 3,37 m³/second; keeping the garbage in an empty place causes the increase of 0,56 m³/second; and directly throwing garbage into the drainage (upper course) causes the increase of 2,25 m³/second.

Factors affecting society throwing garbage into drainage are : lack of disposal area, no punishment for those who break the rule (28,57%), the society's view on dirty place of drainage system (71,43%) and the permissive society to the rule of throwing garbage (71,43%).

Key word : flood, the change of the environment, the act of the society.

ABSTRAK

Permasalahan yang mengemuka pada setiap musim hujan di Kota Singaraja adalah banjir dan genangan air. Banjir dan genangan air disebabkan oleh fungsi dan pembuangan air (drainase) belum tertangani secara menyeluruh. Kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam memelihara saluran drainase yang ada di sekitarnya menyebabkan terjadi penyumbatan saluran drainase oleh sampah industri maupun sampah rumah tangga.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian kapasitas debit saluran drainase dengan kondisi rencana (kondisi lingkungan) dan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir pada saluran drainase sistem III Kota Singaraja. Kajian banjir di lokasi ini dilakukan karena selain merupakan daerah rawan banjir, juga terdapat : (1) areal mata air Mumbul (sumber air minum PDAM Singaraja). Jika banjir sampai menggenangi areal ini, dikawatirkan airnya menjadi tercemar, dan rusaknya pompa air; (2) pasar; (3) pertokoan, dan (4) permukiman penduduk.

Penelitian ini dilakukan sejak Maret sampai Juni 2008 pada saluran drainase sistem III Kota Singaraja (pada ruas Jl. Tasbih, Jl. Anggrek, Jl. Leli, Jl. Kenanga, Jl. Flamboyan, Tukad Mumbul, dan Jl. A.Yani Kota Singaraja)

Untuk mengetahui kapasitas debit saluran drainase (Q_s) dan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir pada saluran drainase sistem III Kota Singaraja, dilakukan analisis menggunakan metode model matematis dimana sebagai input adalah dimensi saluran, debit limpasan permukaan (Q_p), dan debit banjir (Q_b). Sedangkan faktor-faktor yang

mempengaruhi terhadap masyarakat membuang sampah ke dalam saluran drainase dianalisis dengan metode analisis deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan kapasitas debit saluran drainase pada ruas Jl. Tasbih, Jl. Leli, Jl. A.Yani, Jl. Flamboyan, serta Tukad Mumbul sudah melebihi kapasitas, sedangkan kapasitas debit saluran drainase pada ruas Jl. Anggrek dan Jl. Kenanga sesuai dengan kondisi rencana, besarnya $Q_s=74,66$ m³/dt; $Q_p=129,04$ m³/dt; $Q_b=6,79$ m³/dt. Dari analisis model matematis diperoleh kontribusi debit akibat perubahan lingkungan (Q_l)=58,63 m³/dt dan debit akibat perilaku masyarakat (Q_m)=6,35 m³/dt. Perilaku masyarakat yang berpengaruh terhadap banjir yaitu membuang sampah di lokasi TPS menyebabkan peningkatan debit air 3,37 m³/dt; menyimpan sampah di tempat kosong menyebabkan peningkatan debit air 0,56 m³/dt; dan membuang langsung ke dalam saluran (hulu) menyebabkan peningkatan debit air 2,25 m³/dt.

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap perilaku masyarakat membuang sampah ke dalam saluran drainase adalah: kurangnya tempat penampungan sampah (TPS), tidak adanya sanksi bagi yang melanggar aturan (28,57%), pandangan masyarakat terhadap saluran drainase tempat yang kotor (71,43%) dan sikap permisif masyarakat terhadap pelanggaran pembuangan sampah (71,43%).

Kata kunci : banjir, perubahan lingkungan, perilaku masyarakat.

PENDAHULUAN

Permasalahan yang mengemuka pada setiap musim hujan di Kota Singaraja adalah banjir dan genangan air. Banjir dan genangan air disebabkan oleh fungsi dan pembuangan air (drainase) belum tertangani secara menyeluruh. Kurangnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam memelihara saluran drainase yang ada di sekitarnya menyebabkan terjadi penyumbatan saluran drainase oleh sampah industri maupun sampah rumah tangga.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian kapasitas debit saluran drainase dengan kondisi rencana dan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir pada saluran drainase sistem III Kota Singaraja. Lokasi ini dipilih karena selain merupakan daerah rawan banjir, juga terdapat : (1) areal mata air Mumbul (sumber air minum PDAM Singaraja). Jika banjir sampai menggenangi areal ini, dikawatirkan airnya menjadi tercemar, dan rusaknya pompa air; (2) pasar; (3) pertokoan, dan (4) permukiman penduduk.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada saluran drainase meliputi wilayah Kelurahan Kaliuntu pada ruas jalan Jl. Leli, Jl. Tasbih, Jl. Anggrek, Jl. A. Yani, Mumbul, Jl. Flamboyan yang dilakukan sejak Maret sampai Juni 2008.

Pengumpulan data primer dilakukan dengan metode observasi (pengukuran, pengamatan secara langsung di lapangan), sedangkan pengumpulan data sekunder dilakukan dengan metode dokumenter dari dokumen resmi milik pemerintah (data curah hujan dari Dinas PU Kab. Buleleng, data tata guna lahan dari Bappeda Kab. Buleleng).

Masing-masing faktor dan besar kontribusinya sebagai penyebab banjir pada saluran drainase dianalisis dengan metode model matematis :

1. Untuk $Q_p \leq Q_s$.

Q_p dianggap tetap, bila terjadinya luapan atau banjir sebesar Q_b maka dapat dikatakan sebagai akibat dari berkurangnya Q_s (saluran tersumbat). Hal ini terjadi akibat dari kurangnya partisipasi (perilaku) masyarakat dalam pengelolaan saluran. Jadi faktor penyebab banjir adalah perilaku masyarakat dengan kontribusi sebesar $Q_m = Q_s - Q_p + Q_b$.

2. Untuk $Q_p > Q_s$.

- bila $Q_b = Q_p - Q_s$, faktor penyebab banjir adalah terjadinya perubahan lingkungan dengan kontribusi $Q_l = Q_b$.
- bila $Q_b > Q_p - Q_s$, luapan terjadi karena dua faktor penyebab secara bersama-sama yaitu perubahan lingkungan dan perilaku masyarakat. Besar masing-masing kontribusi yaitu perubahan lingkungan sebesar $Q_l = Q_p - Q_s$, dan perilaku masyarakat $Q_m = Q_s + Q_b - Q_p$.
- bila $Q_b < Q_p - Q_s$, ada faktor lain yang mereduksi luapan seperti adanya penguapan, penyerapan dalam saluran dan sebagainya. $Q_l = Q_b$, $Q_m = 0$.

Keterangan: Q_b =debit banjir. Q_s =debit limpasan permukaan. Q_s =kapasitas saluran. Q_l =debit akibat pengaruh lingkungan. Q_m =debit akibat pengaruh perilaku masyarakat. Q_k =debit akibat kombinasi ($Q_l + Q_m$). Satuan (m³/dt).

Untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap warga masyarakat membuang sampah ke dalam saluran drainase tersebut adalah metode analisis deskriptif dengan sejauh mungkin dilengkapi dengan analisis komparatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dimensi Saluran di Lokasi Banjir

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran langsung dimensi saluran untuk masing-masing lokasi dapat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengukuran Dimensi Saluran

No.	LOKASI	NORMAL (cm)			PENYEMPITAN (cm)				Elevasi (m)		Panjang (m)	S						
		BENTUK	Ba	Bb	h	ø	Ba	Bb	h	ø			Ket	Hulu	Hilir			
1	Jl. Tasbih (barat)	Segi empat	50	50	56							0,28	0,523	6,3	6,25	270,00	0,0002	
	Jl. Tasbih (timur)	Trapesium	65	43	45							0,243	0,523	6,3	6,25	270,00	0,0002	
2	Jl. Anggrek	Trapesium	60	40	50						0,25	0,493	6,275	5,75	130,00	0,0040		
	Jl. Anggrek (utara)	Trapesium	65	43	45						0,243	0,493	6,275	5,75	130,00	0,0040		
3	Jl. Leli (barat)	Trapesium	65	43	45						0,243	0,493	50	6,55	95,60	0,4545		
	Jl. Leli (timur)	Segi empat	120	120	80	100	100	30		Sed,	0,96	0,96	50	6,55	107,70	0,4034		
	Jl. Kenanga	Segi empat	95	95	112						1,064	1,064	5,35	5,25	217,40	0,0005		
4	Jl. Kenanga (utara)	Trapesium	65	43	45						0,243	0,493	5,35	5,25	170,50	0,0006		
	Jl. Kenanga (barat)	Segi empat	80	80	80						0,64	0,64	5,35	5,25	236,30	0,0004		
5	Jl. A. Yani (selatan)	Lingkaran				80					40	Sed, sph	0,503	0,503	5,35	5,15	430,00	0,0005
6	Flamboyan	Segi empat	50	50	56						0,28	0,28	6,27	6,25	132,40	0,0002		
7	Tk. Canging	Segi empat	240	240	70							1,68	3,035	50	6,55	1.795,30	0,0242	
			215	215	63							1,355	3,035	50	6,55	1.795,30	0,0242	
8	Sodetan Atas	Segi empat	150	150	120						1,8	1,8	7,32	6,25	1.720,00	0,0006		
9	Tk. Mumbul	Segi empat	295	295	145							4,278	5,02	5,35	5	198,20	0,0018	
			165	165	45							0,743	0,743	5,35	5	198,20	0,0018	

Keterangan: Ba=lebar ambang atas saluran (m). Bb =lebar ambang bawah saluran (m). Ø=diameter/garis tengah gorong-gorong (m). S=kemiringan muka air (dasar saluran) yaitu perbedaan elevasi saluran antara titik terjauh dibagi dengan panjang saluran.

Curah Hujan

Tabel 2 Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Singaraja

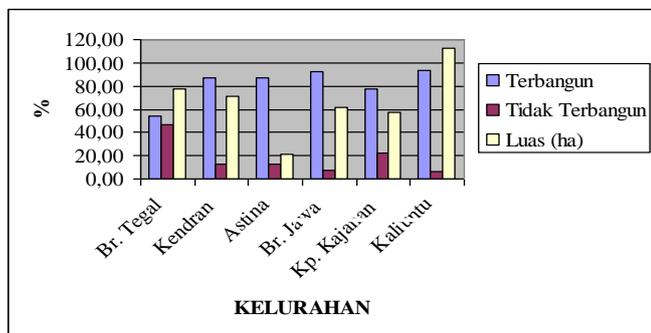
No	Tahun	Data hujan (mm)
1	2002	40.5
2	2003	60.9
3	2004	120
4	2005	87.5
5	2006	100

Tabel 3 Hasil Pantau Banjir Historis (Qb)

No.	LOKASI	b (m)	h (m)	V (m/dt)	A (m ²)	Qb (m ³ /dt)
1	Jl. Tasbih	5,00	0,10	0,27	0,50	0,14
2	Jl. Anggrek	4,00	0,38	0,24	1,50	0,35
3	Jl. Leli	5,00	0,40	1,13	2,00	2,27
4	Jl. Kenanga	6,00	0,65	0,43	3,90	1,69
5	Jl. A. Yani	10,00	0,05	1,13	0,50	0,56
6	Jl. Flamboyan	5,00	0,90	0,28	4,50	1,24
7	Tk. Mumbul	2,40	0,80	0,28	1,92	0,53

Keterangan : b=lebar rerata genangan banjir, hasil observasi. h=tinggi rerata genangan banjir, hasil observasi. V=kecepatan aliran banjir, dihitung berdasarkan waktu konsentrasi dan panjang lereng lahan (V =L/tc). V' = kecepatan aliran. L = panjang lereng dan tc = waktu konsentrasi. A=luas penampang debit (b x h), Qb=A x V.

Tata Guna Lahan



Gambar 1 Grafik Tata Guna Lahan

Banjir Historis

Debit luapan banjir adalah air yang meluap dari saluran drainase, dan mengalir di luar saluran drainase. Debit luapan (Qb) dihitung menggunakan rumus rational berdasarkan data banjir historis. Hasil Analisis banjir historis dapat dilihat pada Tabel 3.

Pengelolaan Sampah Masyarakat

Wawancara dengan Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) Kabupaten Buleleng dilakukan secara langsung tentang bagaimana pengelolaan sampah di wilayah studi. Sedangkan wawancara dengan masyarakat di lokasi banjir melalui daftar pertanyaan.

1. Persepsi Dinas Kebersihan dan Pertamanan

- a) Sampah rumah tangga yang terkumpul di tempat sampah yang diletakkan di masing-masing telajakan depan rumah diangkut oleh petugas RT (swadaya) dengan menggunakan gerobak milik DKP. Sampah ini selanjutnya dikumpulkan di TPS (*transfer depo*). Proses ini dilaksanakan setiap hari (pagi dan sore).
- b) Sampah di sepanjang jalan (guguran daun pohon, ceceran domestik) disapu dan diangkut oleh petugas (DKP). Sampah ini selanjutnya dikumpulkan di TPS (*transfer depo*). Proses ini dilaksanakan setiap hari (pagi dan sore).
- c) Pengelolaan sampah berikutnya berupa pengangkutan yang dilakukan oleh Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) Kota Singaraja yaitu dari TPS (*transfer depo*) yang ada ke TPA Bengkala.

2. Persepsi Masyarakat

Hasil wawancara terstruktur tentang pengelolaan sampah masyarakat, terhadap 14 responden dari 113 KK (kuota 14%) di kawasan drainase sistem III Kota Singaraja, disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4 Data Wawancara Pengelolaan Sampah Masyarakat

No Pertanyaan	Pertanyaan	Jawaban (responden)					Total
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
4.1	Dalam pengelolaan sampah, sebelum dibuang apakah sampah terlebih dahulu anda pilah ?	3	1	10	-	-	14
4.2	Dimanakah anda melakukan penyimpanan sampah sementara setelah disapu/dikumpulkan ?	4	8	2	-	-	14
4.3	Bila sampah langsung dibuang, kemanakah sampah tersebut dibuang ?	2	0	0	-	-	2
4.4	Belakangan ini banyak orang cenderung membuang sampah ke dalam saluran drainase, menurut anda, mengapa hal tersebut bisa terjadi ?	9	4	1	-	-	14
4.5	Setujukah anda terhadap pendapat bahwa saluran drainase adalah merupakan tempat nista (kotor) ?	8	5	2	-	-	15
4.6	Apakah menurut anda saluran drainase merupakan tempat yang penting ?	14	-	-	-	-	14
4.7	Selain untuk menyalurkan air dan limbah, menurut anda bisakah saluran drainase dipakai membuang sampah ?	-	9	4	-	-	13
4.8	Pernahkah anda mengetahui tentang larangan membuang sampah pada saluran drainase ?	12	2	-	-	-	14
4.9	Adakah sanksi oleh masyarakat setempat bagi mereka yang membuang sampah pada saluran drainase ?	5	4	5	-	-	14
4.10	Pernahkah anda melihat tetangga (warga) sekitar membuang sampah pada saluran drainase ?	8	6	-	-	-	14
4.11	Bila pernah, apakah anda sering melihat hal tersebut ?	-	2	6	-	-	8
4.12	Bila jawaban 4.11 pernah, mereka melakukannya dengan	8	-	-	-	-	8
4.13	Menurut anda, perilaku membuang sampah ke dalam saluran drainase merupakan perilaku yang :	3	10	1	-	-	14
4.14	Bagaimana komunikasi anda dengan tetangga (warga sekitar) ?	11	2	1	-	-	14
4.15	Bila anda pada pertanyaan 4.14 adalah (1) atau (2), maka hubungan tersebut dilakukan pada :	3	7	5	1	-	16

Keterangan:

- a. Angka (1), (2), (3), (4), dan (5) adalah nomor jawaban untuk masing-masing pertanyaan yang dipilih oleh responden.
- b. Untuk pertanyaan tertentu, responden dapat memilih lebih dari satu jawaban.

Tabel 5 Analisis Faktor-faktor Penyebab Banjir

No	Lokasi Saluran	Hasil Pengolahan Data			Pertaksamaan	Qp-Qs (m ³ /dt)	Matematis Pertaksamaan	Ql (m ³ /dt)	Qm (m ³ /dt)	Qk (m ³ /dt)
		Qp (m ³ /dt)	Qs (m ³ /dt)	Qb (m ³ /dt)						
1	Jl. Tasbih	0,17	0,09	0,14	Qp > Qs	0,08	Qb > Qp-Qs	0,08	0,06	0,14
2	Jl. Anggrek	1,04	4,42	0,35	Qp < Qs				3,73	
3	Jl. Leli	20,78	14,34	2,27	Qp > Qs	6,44	Qb < Qp-Qs	6,44		
4	Jl. Kenanga	1,10	1,97	1,69	Qp < Qs				2,56	
5	Jl. A. Yani	30,26	0,09	0,56	Qp > Qs	30,17	Qb < Qp-Qs	30,17		
6	Jl. Flamboyan	4,34	0,01	1,24	Qp > Qs	4,32	Qb < Qp-Qs	4,32		
7	Genangan Sumber Air	0,79								
8	Sodetan Bawah	12,89								
9	Tukad Mumbul	71,36	53,74	0,53	Qp > Qs	17,63	Qb < Qp-Qs	17,63		
	Total	129,04	74,66	6,79				58,63	6,35	0,14
	Rerata	18,43	10,67	0,97				8,38	0,91	0,02

Qm = debit banjir yang diakibatkan oleh faktor perilaku masyarakat.

Qk = debit banjir yang diakibatkan oleh faktor komplikasi antara perubahan lingkungan dan perilaku masyarakat = Ql+Qm.

Tabel 6 Pengaruh Faktor Penyebab Banjir

No	Lokasi Saluran	Faktor Pengaruh				
		Qb	Ql	%	Qm	%
		(m ³ /dt)	(m ³ /dt)		(m ³ /dt)	
1	Jl. Tasbih	0,14	0,08	58,68	0,06	41,32
2	Jl. Anggrek	0,35	0,00	0,00	3,73	100,00
3	Jl. Leli	2,27	6,44	100,00	0,00	0,00
4	Jl. Kenanga	1,69	0,00	0,00	2,56	100,00
5	Jl. A. Yani	0,56	30,17	100,00	0,00	0,00
6	Jl. Flamboyan	1,24	4,32	100,00	0,00	0,00
7	Tukad Mumbul	0,53	17,63	100,00	0,00	0,00
	Total	6,79	58,63	458,68	6,35	241,32
	Rerata	0,97	8,38	65,53	0,91	34,47

Analisis Faktor Penyebab Banjir

Dengan diketahuinya nilai debit limpasan permukaan (Qp), kapasitas penampang saluran (Qs), dan debit banjir historis (Qb), maka dengan rumus model matematis akan diperoleh nilai debit perubahan lingkungan (Ql), dan besarnya sumbatan sampah/sedimen (Qm). Dengan menggunakan rumus model matematis, maka hasil analisis faktor penyebab banjir dapat dilihat pada Tabel 5.

Analisis Besar Pengaruh Faktor Penyebab Banjir

Besar pengaruh masing-masing faktor penyebab banjir terhadap terjadinya banjir yaitu: bila $Qp \leq Qs$, maka seluruh banjir diakibatkan oleh perilaku masyarakat (Qm), bila $Qp > Qs$ dan $Qb = Qp - Qs$ maka seluruh banjir adalah akibat perubahan lingkungan (Ql), dan bila $Qb > Qp - Qs$

maka banjir diakibatkan oleh Ql dan Qm secara bersama sama, Tabel 6.

Kesesuaian Saluran Drainase terhadap Perencanaan

Dengan diketahuinya nilai debit limpasan permukaan (Q_p) dan kapasitas penampang saluran (Q_s), maka dengan rumus model matematis akan dapat diketahui kapasitas debit saluran drainase apakah masih sesuai dengan perencanaan atau sudah tidak sesuai dengan perencanaan.

Dari hasil analisis faktor-faktor penyebab banjir (Tabel 4), terlihat bahwa terdapat lima saluran drainase dengan debit limpasan permukaan lebih besar dari debit/kapasitas saluran ($Q_p > Q_s$), yaitu saluran drainase pada ruas Jl. Tasbih ($0,1726 \text{ m}^3/\text{dt} > 0,0928 \text{ m}^3/\text{dt}$); saluran drainase ruas Jl. Leli ($20,7757 \text{ m}^3/\text{dt} > 14,3376 \text{ m}^3/\text{dt}$); saluran drainase ruas Jl. A. Yani ($30,2636 \text{ m}^3/\text{dt} > 0,933 \text{ m}^3/\text{dt}$); saluran drainase ruas Jl. Flamboyan ($4,3350 \text{ m}^3/\text{dt} > 0,0149 \text{ m}^3/\text{dt}$); dan Tukad Mumbul ($57,9985 \text{ m}^3/\text{dt} > 53,7561 \text{ m}^3/\text{dt}$). Sedangkan dua saluran drainase lainnya debit limpasan permukaannya lebih kecil dari kapasitas/debit saluran ($Q_p < Q_s$), yaitu saluran drainase pada ruas Jl. Anggrek ($1,0381 \text{ m}^3/\text{dt} < 4,4165 \text{ m}^3/\text{dt}$); dan saluran drainase pada ruas Jl. Kenanga ($1,0964 \text{ m}^3/\text{dt} < 1,9660 \text{ m}^3/\text{dt}$).

Uraian di atas menunjukkan, bahwa kapasitas (debit) saluran drainase pada ruas Jl. Tasbih, Jl. Leli, Jl. A.Yani, Jl. Flamboyan, serta Tukad Mumbul sudah tidak sesuai dengan perencanaan karena sudah tidak mampu menampung air limpasan permukaan. Namun kapasitas (debit) saluran drainase pada ruas Jl. Anggrek dan Jl. Kenanga sesuai dengan perencanaan karena masih mampu menampung air limpasan permukaan.

Penyebab Banjir

Hasil analisis menurut Tabel 4 menunjukkan bahwa adanya perubahan lingkungan pada saluran ruas Jl. Tasbih, Jl. Leli, Jl. A.Yani, Jl. Flamboyan, dan Tukad Mumbul. Adanya sumbatan sampah/sedimen pada saluran ruas Jl. Tasbih, Jl. Anggrek, dan Jl. Kenanga. Jumlah total debit akibat perubahan kondisi lingkungan (Ql) pada saluran drainase tersebut menyebabkan banjir adalah sebesar $58,63 \text{ m}^3/\text{dt}$. Debit banjir yang diakibatkan oleh adanya sumbatan sampah/sedimen (Qm) adalah sebesar $6,35 \text{ m}^3/\text{dt}$, sedangkan faktor kombinasi (Qk) menyebabkan debit sebesar $0,14 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Sebagaimana diuraikan di depan, bahwa kapasitas (debit) saluran drainase pada ruas Jl. Anggrek dan Jl. Kenanga sebenarnya masih sesuai dengan perencanaan karena masih mampu menampung air limpasan permukaan. Namun demikian, banjir terjadi juga pada ruas Jl. Anggrek dan Jl. Kenanga. Hal ini disebabkan karena :

- 1) Saluran drainase ruas Jl. Tasbih terjadi banjir karena tidak mampu menampung air limpasan permukaan dan terjadi sumbatan oleh sampah. Sampah ini akan hanyut terbawa ke drainase ruas Jl. Anggrek. Sampah ini besar kemungkinannya berasal dari tempat penimbunan sampah di ruas Jl. Tasbih.
- 2) Saluran drainase ruas Jl. Leli tidak mampu menampung air limpasan permukaan. Air limpasan permukaan membawa sampah dari hulu (Tukad Canging). Ditemukan saluran drainase Sub dari Tukad Canging yang dimanfaatkan masyarakat sebagai tempat pembuangan sampah. Kondisi ini sangat berpotensi menyumbat saluran drainase di hilir pada saat musim hujan.
- 3) Saluran drainase pada ruas Jl. A. Yani juga tidak mampu menampung air limpasan permukaan; sehingga luapan aliran air pada ruas Jl. Leli yang semestinya dialirkan saluran Jl. A. Yani justru berbalik arah menuju saluran Jl. Anggrek dan saluran Jl. Kenanga dengan membawa sampah dari hulunya.

Perubahan Kondisi Lingkungan

Terjadinya perubahan kondisi lingkungan pada daerah pengaliran dapat berupa berkurangnya resapan air ke dalam tanah. Berkurangnya resapan air ke dalam tanah terjadi akibat perubahan struktur lapisan tanah bagian atas dan atau terjadinya alih fungsi lahan dari lahan bervegetasi menjadi lahan kurang bervegetasi.

Kawasan studi merupakan daerah perkotaan dengan perkembangan yang sangat cepat sehingga mengalami perubahan tata guna lahan yang sangat cepat pula. Pembangunan perumahan yang disertai peninggian lahan (pengurugan) dan alih fungsi lahan dari lahan pertanian menjadi permukiman/perkantoran seperti di daerah Kaliuntu, Kendran, sekitar Jl. Flamboyan, sekitar Jl. Udayana, dan sekitar Jl. Bisma yang merubah struktur lapisan tanah sehingga mengurangi resapan air ke dalam tanah. Perkembangan ini yang sangat cepat dekat saluran pembuangan menuju system Tukad Mumbul mengakibatkan kapasitas saluran pembuangan eksisting terbatas.

Diasumsikan bahwa debit aliran permukaan (Q_p) pada saat saluran selesai dibangun (Q_p rencana) maksimum adalah sebesar Q_s , oleh karena itu bila $Q_p > Q_s$ berarti ada peningkatan Q_p . Terjadinya peningkatan Q_p menunjukkan terjadinya perubahan lingkungan pada daerah pengaliran saluran yang bersangkutan.

Dari hasil perhitungan model matematis tersebut di atas (Tabel 6) ternyata terdapat dua saluran dengan nilai $Q_p < Q_s$, yaitu saluran pada ruas : (1) Jl. Anggrek dengan nilai $Q_p = 1,04 \text{ m}^3/\text{dt}$, $Q_s = 4,42 \text{ m}^3/\text{dt}$; dan (2) Jl. Kenanga dengan nilai $Q_p = 1,10 \text{ m}^3/\text{dt}$, $Q_s = 1,97 \text{ m}^3/\text{dt}$. Hal ini menunjukkan, bahwa pada saluran tersebut tidak terjadi

perubahan lingkungan pada daerah tangkapan hujannya yang menyebabkan nilai Q_p tidak meningkat.

Pada lima saluran lainnya terjadi hal yang sebaliknya yaitu nilai $Q_p > Q_s$, dan $Q_l > 0$, yaitu saluran pada ruas : (1) Jl. Tasbih $Q_p = 0,17 \text{ m}^3/\text{dt}$, $Q_s = 0,09 \text{ m}^3/\text{dt}$; (2) Jl. Leli $Q_p = 20,78 \text{ m}^3/\text{dt}$, $Q_s = 14,34 \text{ m}^3/\text{dt}$; (3) Jl. A.Yani $Q_p = 30,26 \text{ m}^3/\text{dt}$, $Q_s = 0,09 \text{ m}^3/\text{dt}$; (4) Jl. Flamboyan $Q_p = 4,34 \text{ m}^3/\text{dt}$, $Q_s = 0,01 \text{ m}^3/\text{dt}$; dan (5) Tukad Mumbul $Q_p = 71,36 \text{ m}^3/\text{dt}$, $Q_s = 53,74 \text{ m}^3/\text{dt}$. Hal ini menunjukkan bahwa pada ke lima saluran tersebut dikatakan telah terjadi perubahan lingkungan pada daerah pengalirannya sehingga menyebabkan bertambahnya debit limpasan permukaan (Q_p).

Bila nilai Q_s dianggap sebagai nilai awal dari kondisi lingkungan daerah pengaliran yang bersangkutan maka besarnya tambahan debit aliran permukaan akibat terjadinya perubahan lingkungan (Q_{pl}) adalah perbandingan antara nilai Q_l dengan nilai Q_s , atau ditulis:

$$Q_{pl} = Q_l/Q_s \times 100\%.$$

Keterangan : Q_{pl} adalah tambahan debit aliran permukaan (m^3/dt).

Dengan demikian pada daerah studi telah terjadi tambahan debit aliran permukaan (Q_{pl}) sebesar $8,38/10,67 \times 100\% = 78,64\%$ dari debit maksimum yang direncanakan.

Perilaku Masyarakat

Faktor lain yang menyebabkan terjadinya banjir pada kawasan studi adalah adanya sumbatan sampah dan atau endapan/sedimen pada penampang saluran. Endapan/sedimen menyebabkan kapasitas saluran mengecil dan tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Terjadinya sumbatan tersebut adalah akibat kurangnya pembersihan saluran dan adanya pembuangan sampah yang tidak pada tempatnya, selanjutnya hal ini disebut perilaku masyarakat.

Di sisi lain, kedua wilayah penggelontoran di Kota Singaraja yang dilaksanakan setiap hari Senin dan Senin, tidak ada yang mengarah ke wilayah Sistem Tukad Mumbul. Hal ini menjadikan saluran-saluran air maupun pangkung-pangkung yang berada wilayah tangkapan (*cathment area*) Tukad Mumbul tidak pernah mengalami pembersihan periodik oleh penggelontoran. Sampah-sampah yang terakumulasi ini hanya hanyut pada saat hujan lebat sehingga menyumbat saluran.

Besarnya debit banjir yang diakibatkan oleh faktor perilaku masyarakat (Q_m) ini dipengaruhi oleh oleh besar debit limpasan permukaan (Q_p), besar debit/kapasitas saluran (Q_s), dan debit banjir (Q_b). Makin besar nilai Q_m menunjukkan semakin besar terjadinya sumbatan atau semakin kecil perilaku masyarakat dalam pengelolaan saluran.

Hasil analisis pada Tabel 5 menunjukkan bahwa sumbatan sampah dan atau sedimen terjadi pada saluran

drainase pada ruas (1) Jl. Tasbih menyebabkan banjir sebesar $Q_m = 0,06 \text{ m}^3/\text{dt}$; (2) Jl. Anggrek menyebabkan banjir sebesar $Q_m = 3,73 \text{ m}^3/\text{dt}$; dan (3) Jl. Kenanga menyebabkan banjir sebesar $Q_m = 2,56 \text{ m}^3/\text{dt}$. Dengan demikian pada daerah studi telah terjadi sumbatan sampah dan atau sedimen yang menyebabkan banjir $Q_m = 6,35 \text{ m}^3/\text{dt}$, atau Q_m rata-rata = $0,91 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Faktor kombinasi adalah terjadinya banjir yang disebabkan oleh dua faktor secara bersama-sama, yaitu akibat faktor perubahan kondisi lingkungan dan faktor perilaku masyarakat (sumbatan sampah dan atau sedimen). Mengacu Tabel 6 terlihat bahwa saluran drainase yang mengalami kombinasi adalah ruas Jl. Tasbih menyebabkan banjir (Q_k) = $0,14 \text{ m}^3/\text{dt}$. Besarnya kontribusi debit banjir akibat faktor kombinasi antara perubahan kondisi lingkungan dan perilaku masyarakat adalah $Q_k = 0,14 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Hasil analisis pada Tabel 5 menunjukkan bahwa banjir yang diakibatkan oleh perubahan kondisi lingkungan = $65,53\%$ dan yang diakibatkan oleh faktor perilaku = $34,47\%$. Sedangkan banjir yang diakibatkan oleh faktor kombinasi = $0,14/0,97 \times 100\% = 2,00\%$.

Simpulan

1. Kapasitas (debit) saluran drainase pada ruas Jl. Tasbih, Jl. Leli, Jl. A.Yani, Jl. Flamboyan, serta Tukad Mumbul sudah melebihi kapasitas (tidak sesuai dengan kondisi rencana), sedangkan kapasitas (debit) saluran drainase pada ruas Jl. Anggrek dan Jl. Kenanga sesuai dengan kondisi rencana.
2. Banjir yang terjadi pada saluran drainase Sistem III Kota Singaraja, disebabkan oleh: faktor perubahan kondisi lingkungan yang dapat menyebabkan banjir sebesar $8,38 \text{ m}^3/\text{dt}$, faktor kurangnya perilaku masyarakat menyebabkan banjir sebesar $0,91 \text{ m}^3/\text{dt}$, dan faktor kombinasi menyebabkan banjir sebesar $0,02 \text{ m}^3/\text{dt}$. Banjir diakibatkan oleh perubahan lingkungan ($65,53\%$), perilaku masyarakat ($34,47\%$) dan faktor kombinasi (2%). Perilaku masyarakat yang berpengaruh terhadap terjadinya banjir : membuang sampah di TPS menyebabkan peningkatan debit air sebesar $3,73 \text{ m}^3/\text{dt}$; membuang sampah di tempat kosong menyebabkan peningkatan debit air sebesar $0,56 \text{ m}^3/\text{dt}$; dan membuang langsung sampahnya ke saluran menyebabkan peningkatan debit air sebesar $2,25 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Saran

1. Untuk masyarakat Kota Singaraja dan sekitarnya :
 - a) Perlu ditingkatkan keterlibatan lembaga adat/lingkungan setempat dalam bentuk pemberian penyuluhan (sosialisasi) dan mengkoordinir setiap kegiatan kebersihan, dengan dibentuk Unit Kerja Kebersihan dan Keamanan Lingkungan (UK3L)

yang bertanggung jawab atas kebersihan dan keamanan lingkungan.

- b) Perlu dijalin hubungan kerja sama antar lembaga adat, pengusaha setempat, pemerintah dan tokoh-tokoh masyarakat untuk kelancaran kerja dan pendanaan UK3L yang dibentuk bersama.
2. Untuk Pemerintah Kabupaten Buleleng :
 - a) Perlu disosialisasikan pembuatan sumur resapan di setiap permohonan IMB untuk mengurangi laju limpasan permukaan.
 - b) Saluran pada ruas Jl. Leli (Tukad Canging) diteruskan ke utara menyebrang jalan A. Yani, kemudian berbelok ke barat menuju saluran timur Jl. Dewi Sartika, selanjutnya ke laut.
 - c) Perlu dibuat saluran ke arah timur di sebelah Kantor Pos atau Kantor Telkom agar saluran di Jl. Ngurah Rai sebelah timur jalan atau Jl. Gajah Mada dapat mengurangi aliran menuju sungai Mumbul, dan aliran dapat menuju Tukad Buleleng.
 - d) Pemerintah perlu menambah sarana persampahan seperti disediakan TPS, armada angkutan sampah dan pendanaan unit kerja kebersihan dan keamanan di tiap-tiap lingkungan (investasi lingkungan).
 3. Untuk para peneliti dibidang lingkungan, perlu ada penelitian lebih jauh tentang komponen-komponen lingkungan yang telah berubah serta besar pengaruh masing-masing komponen terhadap banjir pada saluran drainase di Kota Singaraja.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, W.S., M.S. Sumarniasih, M. Trigunasih, N. Puja, Wiyanti, W. Diara. 2001. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Denpasar : Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana.
- Anonim. 2004. *Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) Kawasan Perkotaan Singaraja*. Singaraja : Pemerintah Kabupaten Buleleng (Bappeda).
- Arsyad, S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor : IPB Press.
- Chow, V.T. 1983. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Surabaya : Erlangga.
- Harto, S. Br, 2000. *Hidrologi : Teori, Masalah, Penyelesaian*. Yogyakarta : Nafiri Offset.
- Hindarko, S. 2000. *Drainase Perkotaan*. Jakarta : Esha.
- Mikkelsen, 2001. *Metode Penelitian Partisipatoris*. Jakarta : Yayasan Obor Indonesia.
- Soemarto, C.D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Jakarta : Usaha Nasional.
- Suparta, W., 2004. *Kajian Banjir Kota Denpasar. Studi Kasus Saluran Drainase Sistem IV Kota Denpasar*. Denpasar : Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana, Universitas Udayana.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi.
- Widyatmoko, H., dan Sintorini. 2002. *Menghindari, Mengolah, dan Menyingkirkan Sampah*. Jakarta : Abdi Tandır.