

PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP PENINGKATAN ALIRAN PERMUKAAN: STUDI KASUS DI DAS GATAK, SURAKARTA

EFFECT OF LAND USE CHANGE ON THE INCREASE OF SURFACE RUNOFF: CASE STUDY AT GATAK CATCHMENT, SURAKARTA

Sudarto¹⁾ dan Muhammad Mukhlisin²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta

²⁾Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang

**²⁾Department Civil and Structural Engineering, Faculty Engineering and Built
Environment, University Kebangsaan Malaysia**

e-mail: ¹⁾sudarto_raharjo@yahoo.com

²⁾mmukhlis2@yahoo.com

Abstract

Floods and inundation have commonly occurred in Surakarta city when rainfall intensity was high. This was due to the rapid change of land use. Based on this situation, this research was carried out for determining the influence of land use change in Gatak watershed. This watershed is located in the upper region of Surakarta city. The increasing surface runoff from Gatak area increases the flow discharge into Surakarta city. Results of this study showed that the land use of Gatak watersheds had rapidly changed from year 2001 to 2007. During this time period the land use change was about 9.95% from the total catchment area of 1152.97 hectares. The land use change had increased the surface runoff coefficient (C), from 0.286 in 2001 to 0.307 in 2007. Analysis of maximum discharge by using Rational Method and field observation showed the same trend. Similar rainfall intensity levels during 2001 and 2007 resulted in higher discharge flows in 2007 than those in 2001. If compared to the situation in early 2001, when flood did not occur, the increase of discharge has caused flood and inundation in these recent years.

Keywords: flood and inundation, land use change, rainfall, runoff coefficient.

1. PENDAHULUAN

Pada beberapa tahun belakangan ini, sering terjadi banjir di kota-kota besar yang ada di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan manusia yang cepat dan mempengaruhi perubahan tata guna lahan. Peningkatan urbanisasi di kota-kota besar di Indonesia telah menyebabkan perubahan pada areal pertanian, perkebunan, dan hutan menjadi areal perumahan dan lain-lain.

Beberapa penelitian mengenai pengaruh perubahan tata guna lahan pada peningkatan aliran permukaan di beberapa daerah perkotaan sudah dilakukan. Hasil penelitian

sebelumnya menyatakan bahwa alih fungsi lahan dari lahan hijau terbuka menjadi daerah terbangun akan mengakibatkan terjadinya perubahan siklus hidrologi. Terutama pada terjadinya peningkatan aliran permukaan serta menurunnya volume resapan air ke dalam tanah. Hal ini menyebabkan terjadinya erosi dan menurunnya muka air tanah di daerah hulu serta menyebabkan banjir dan genangan wilayah di hilir (Suhartanto, 2001; Nastain dan Santoso, 2003; Suroso dan Hery, 2005; Wangsaatmaja, Sabar, dan Prasetiati, 2006).

Suhartanto (2001) dalam penelitiannya di Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Cidanau Kabupaten Serang Propinsi Banten

mengatakan bahwa perubahan tata guna lahan dari hutan campuran menjadi lahan pertanian akan mempengaruhi keseimbangan tata air di suatu DAS, yaitu terjadinya erosi, sedimentasi, dan banjir. Oleh karena itu optimasi pengelolaan suatu DAS merupakan hal yang sangat penting dalam prinsip konservasi sumber daya air. Nastain dan Santoso (2003) dalam penelitiannya di DAS Banjaran, Baturaden, menyatakan bahwa perubahan tata guna lahan dari kawasan non terbangun menjadi kawasan terbangun (permukiman, perumahan, hotel, villa, dan lain-lain) sebesar 1,26% yang terjadi pada tahun 1994-2001 mengakibatkan peningkatan debit banjir pada DAS tersebut. Suroso dan Hery (2005) menyatakan bahwa DAS Banjaran sudah mengalami perubahan tata guna lahan yang cukup signifikan dan menyebabkan peningkatan debit banjir Sungai Banjaran di titik kontrol Patikraja. Wangsaatmaja, Sabar, dan Prasetiati (2006) dalam penelitiannya di Cekungan Bandung mengatakan bahwa pembangunan permukiman mengakibatkan kawasan vegetasi, seperti hutan dan sawah, berkurang sebesar 54% dan terjadi peningkatan area terbangun menjadi sebesar 223%. Kerusakan DAS diindikasikan oleh peningkatan koefisien *runoff* (C), dari 0,3 pada tahun 1950 menjadi 0,55 pada tahun 1998.

Secara umum hal ini juga terjadi pada beberapa kota di negara maju. Camorani, Castellarin, dan Brath (2005) melakukan investigasi tentang efek perubahan tata guna lahan terhadap kemungkinan terjadinya banjir di dataran Sungai Po yang direklamasi, di dekat Kota Bologna, Italia. Tiga data data guna lahan pada tahun 1955, 1980, dan 1992 digunakan sebagai bahan analisis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sensitifitas frekuensi terjadinya banjir cukup signifikan pada daerah yang sudah mengalami perubahan tata guna lahan. Sensitifitas frekuensi terjadinya banjir ini cenderung untuk meningkat, walaupun dalam kondisi hujan biasa. Di Italia sendiri penyebab utama perubahan tata guna lahan dalam lima dekade adalah urbanisasi yang cukup signifikan (Brath, Montanari, dan Moretti, 2003; Brath, Castellarin, dan Montanari, 2003).

Kota Surakarta mengalami perubahan tata guna lahan yang cukup signifikan dalam beberapa tahun ini. Sebagai pusat perdagangan dan industri dari daerah sekitarnya, penduduk Kota Surakarta bertambah dari tahun ke tahun secara nyata, sementara luas wilayahnya tetap. Kondisi ini menuntut kebutuhan lahan untuk perluasan kawasan baru, baik untuk permukiman, jasa perdagangan dan industri berikut fasilitas lainnya.



Gambar 1. Lokasi DAS Kali Gatak/Kali Gajah Putih terhadap Kota Surakarta

Hal tersebut menyebabkan daerah sekitarnya menjadi alternatif pilihan untuk pengembangan kawasan baru, dan salah satunya adalah DAS Kali Gatak yang berada di dataran tinggi Kota Surakarta.

Dalam penelitian ini DAS Gatak dipilih sebagai lokasi penelitian, di mana Kota Surakarta yang berada di bagian hilir dari DAS ini akan terkena langsung dampak perubahan tata guna lahan yang ada di DAS Gatak. Lokasi DAS Gatak dapat dilihat pada Gambar 1. Penelitian mengenai dampak alih fungsi lahan di DAS Gatak ini sangat relevan untuk diteliti, mengingat besarnya perubahan tata guna lahan yang tidak terkendali terhadap Kota Surakarta. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana pengaruh perubahan tata guna lahan yang terjadi di wilayah tersebut terhadap peningkatan jumlah aliran permukaan di DAS Gatak yang bermuara ke dalam Kota Surakarta.

2. METODA

Lokasi Penelitian

Secara geografis wilayah Kota Surakarta merupakan dataran rendah yang relatif datar. Kota Surakarta terletak di kaki/hilir Gunung Merapi-Merbabu dan dibatasi Bengawan Solo di bagian timur. Ciri topografi Kota Surakarta cenderung menurun dalam arah barat-timur. Kota Surakarta dilalui oleh beberapa anak Bengawan Solo, antara lain: Kali Pepe (Pepe Hulu dan Pepe Hilir), Kali Gatak (anak Kali Pepe Hulu), Kali Jenes (anak Kali Pepe Hilir), dan Kali Premulung (Kali Tanggul). Kondisi ini menyebabkan Kota Surakarta merupakan daerah rawan banjir, sehingga selalu mengalami banjir dan genangan setiap tahun ketika intensitas curah hujan tinggi. Sebagai sistem drainase Kota Surakarta, Kali Anyar berfungsi untuk mengalihkan aliran Kali Pepe Hulu menuju Bengawan Solo dengan pengaturan pintu air di Bendung Tirtonadi. Air Kali Pepe Hilir mengalir dari hulu Bendung Tirtonadi melewati tengah Kota

Surakarta sebagai penggelontor kota dan bermuara di Bengawan Solo melalui Pintu Air Demangan di Sangkrah. Sedangkan Kali Gatak, sebagai anak Kali Pepe Hulu yang berada di sebelah barat kota adalah salah satu penyumbang banjir Kota Surakarta bagian utara. Sebagian besar wilayah DAS yang sudah berubah menjadi daerah permukiman ini berada di luar Kota Surakarta.

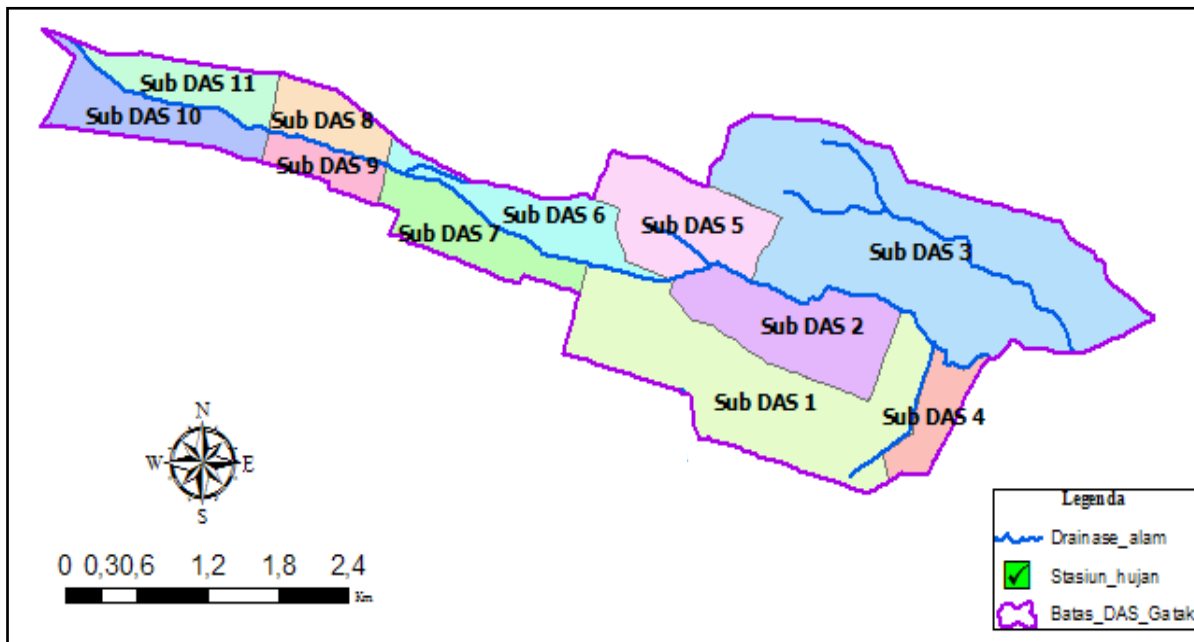
Luas DAS dan Sub DAS Daerah Penelitian

Penentuan batas DAS dan Sub DAS Gatak yang berada di wilayah Kota Surakarta mengacu pada informasi dari pamong setempat dan data Sub Dinas Drainase Kota Surakarta. Sedangkan batas DAS dan Sub DAS yang berada wilayah Sukoharjo dan Karanganyar berdasarkan hasil survei. Berdasarkan data survei lapangan, peta digital dan peta cetak dari BAKOSURTANAL, serta hasil analisis dengan bantuan ArcGIS 9.0, maka batas dan luas DAS Gatak dapat ditentukan. Batas ini dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 1. Sedangkan gambaran skematis mengenai pembagian Sub DAS Gatak dan Kali Gajah Putih dapat dilihat pada Gambar 3.

Perubahan Tata Guna Lahan dari Tahun 2001-2007

Berdasarkan data survei lapangan dan peta digital dari BAKOSURTANAL tahun 2002 dan peta cetak tahun 2001, dengan bantuan program ArcGIS 9.0, peta tata guna lahan di lokasi penelitian tahun 2001 dan 2007 dapat dibuat. Hasilnya disajikan pada Gambar 4 dan 5. Sedangkan data luasannya disajikan pada Tabel 2.

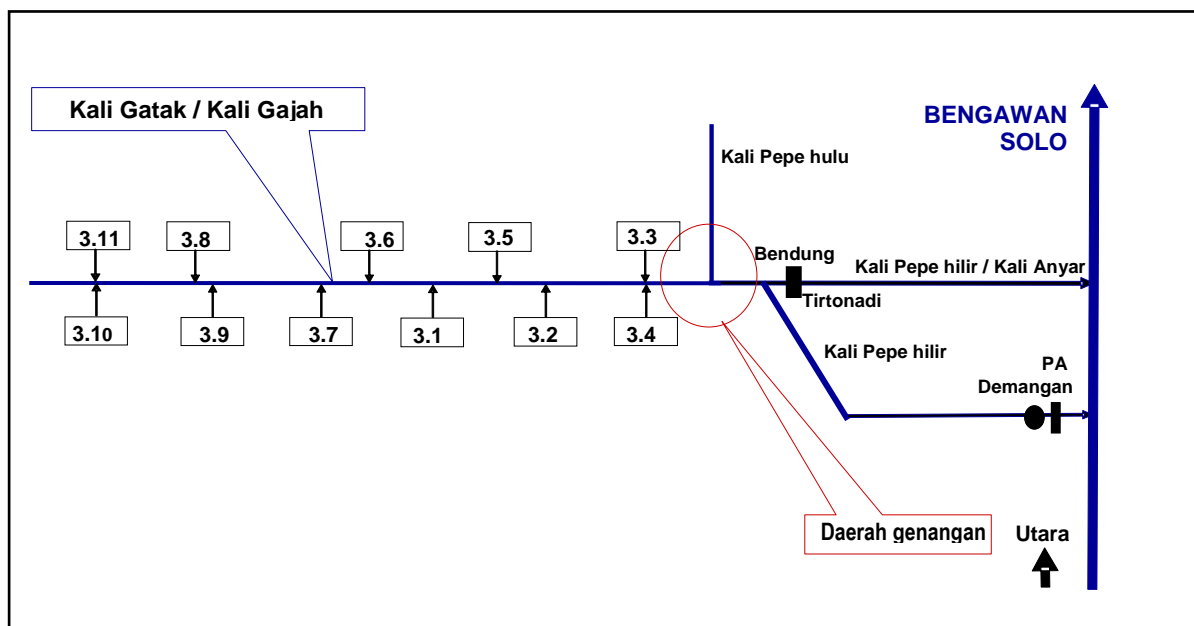
Dengan membandingkan peta tata guna lahan tahun 2001 hasil analisis dari peta cetak dan peta digital dari BAKOSURTANAL yang digunakan sebagai referensi, dengan tata guna lahan 2007 berdasarkan citra satelit 2007 dan survei lapangan sebagai pembanding, dapat diketahui adanya perubahan luasan tata guna lahan di daerah penelitian seperti disajikan pada Tabel 2.



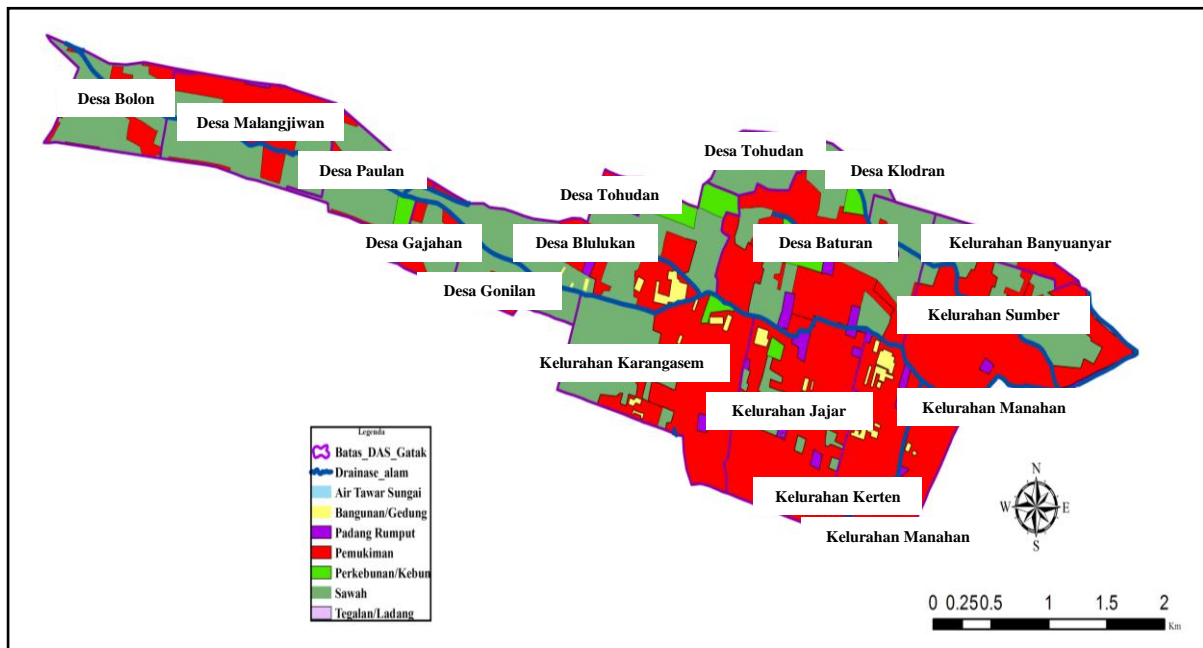
Gambar 2. Peta DAS dan Sub DAS Kali Gatak

Tabel 1. Luas Sub DAS pada DAS Gajah Putih

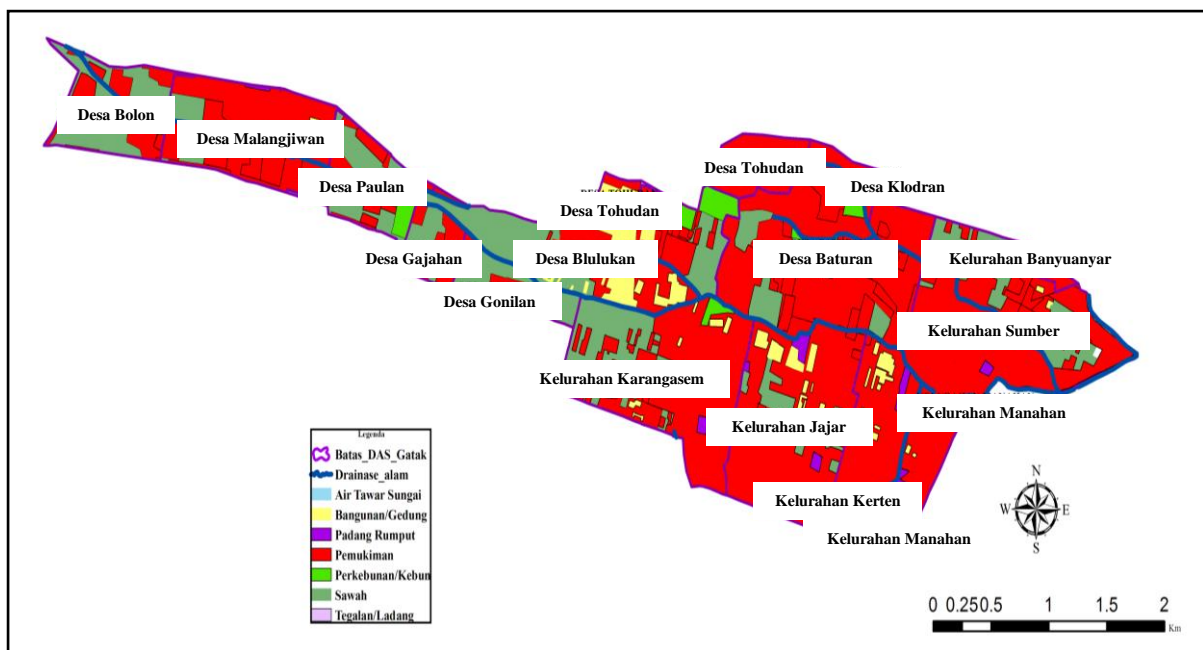
No.	Sub DAS	Luas (ha)	Keterangan
1.	Sub DAS 1	230,64	Saluran Jl. Adi Sutjipto bagian selatan, Kelurahan Karangasem (Ska)
2.	Sub DAS 2	105,62	Saluran Jl. Adi Sutjipto bagian utara, Kelurahan Jajar (Ska)
3.	Sub DAS 3	367,08	Saluran Sumber, Kelurahan Sumber (Ska)
4.	Sub DAS 4	35,28	Saluran Jl. Jend. A. Yani bagian Selatan, Kelurahan Kerten dan Kelurahan Manahan (Ska)
5.	Sub DAS 5	93,58	Saluran Perumahan Fajar Indah dan Perumahan Baturan, Desa Baturan (Kra)
6.	Sub DAS 6	66,39	Saluran Desa Blulukun, Desa Blulukun (Kra)
7.	Sub DAS 7	66,64	Saluran Desa Gonilan, Desa Gonilan (Skh)
8.	Sub DAS 8	40,15	Saluran Desa Paulan (Kra)
9.	Sub DAS 9	28,95	Saluran Desa Gajahan (Skh)
10.	Sub DAS 10	66,23	Saluran Desa Malangjiwan (Kra)
11.	Sub DAS 11	52,41	Saluran Desa Bolon (Kra)



Gambar 3. Sketsa Sub DAS Gatak



Gambar 4. Peta tata guna lahan DAS Kali Gatak tahun 2001



Gambar 5. Peta tata guna lahan DAS Kali Gatak tahun 2007

Tabel 2. Perubahan tata guna lahan DAS Kali Gatak tahun 2001-2007

No.	Jenis Lahan	Luas				Kenaikan/Penurunan (%)
		2001		2007		
		ha	%	ha	%	
1.	Sawah	482,17	41,82	396,16	34,36	-7,46
2.	Kebun/ladang	33,90	2,94	13,37	1,16	-1,78
3.	Padang rumput	22,02	1,91	13,84	1,20	-0,71
4.	Permukiman	595,74	51,67	705,39	61,18	9,51
5.	Bangunan/gedung	17,99	1,56	23,06	2,00	0,44
6.	Air tawar/sungai	1,15	0,10	1,15	0,10	0,00
	Jumlah	1152,97		1152,97		

Hasil analisis menunjukkan telah terjadi perubahan tata guna lahan yang cukup berarti di DAS Kali Gatak, yang menyebabkan penyusutan daerah resapan air sebanyak 9,95%.

Analisis Koefisien Aliran (C)

Hasil dari model builder (ArcGIS 9.0) dengan ukuran sel (*grid*) 100 m x 100 m, kemudian dianalisis secara manual dengan MS excel, analisis koefisien aliran C dilakukan dengan cara *reclassify* nilai C kemiringan lahan dan tata guna lahan, yang kemudian diganti menjadi nilai koefisien aliran C berdasarkan ketentuan pada Tabel 3 dan Tabel 4 (Dhanu, 2005). Hasil penjumlahan berdasarkan sistem olahan ArcGIS 9.0 untuk seluruh area DAS maka diperoleh nilai C untuk 6 jenis lahan (Tabel 5).

Untuk memberikan proporsi luasan daerah terhadap pengaruh sebaran nilai C yang beragam, maka penentuan nilai $C_{rata-rata}$ pada DAS Kali Gatak dipakai metoda Poligon Thiessen (Tabel 6).

Nilai $C_{rata-rata}$ masing-masing tahun (2001 & 2007) dapat diketahui dengan membagi nilai

C tahun 2001 dan C tahun 2007 dengan luasan DAS yang ada, sehingga didapatkan $C_{2001} = 0,287$ dan $C_{2007} = 0,307$.

Analisis Hidrologi

Model hidrologi untuk analisis debit aliran permukaan (*runoff*) dipakai metoda Rasional ($Q_p=0,002778.C.I.A$), yaitu mengalikan luas DAS (A) dengan intensitas hujan (I) berdasarkan data hujan yang ditinjau serta faktor koefisien aliran permukaan (C). Analisis intensitas hujan (I) diasumsikan berdasarkan hujan harian rata-rata serta kejadian hujan pada saat terjadinya banjir dari data curah hujan di 3 stasiun yang ada, yaitu Stasiun PBS Kartasura, Stasiun Waduk Cengklik Panasas, dan Stasiun Banjarsari Surakarta. Data tersebut diperoleh dari Balai PSDA Surakarta, TNI AU, dan BMG Jateng. Lokasi stasiun hujan dapat dilihat pada Gambar 6.

Data dari ketiga stasiun hujan tersebut kemudian dianalisis untuk mendapatkan nilai curah hujan harian maksimum rata-rata. Data hujan harian maksimum dan hujan harian maksimum rata-rata dari tahun 2001-2007 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 3. Nilai C sebagai input *reclassify* kemiringan (*slope*)

No.	Keadaan Topografi	Nilai C	Nilai C (untuk <i>reclassify</i>)
1.	0% - 8%	0,05	5
2.	8% - 15%	0,10	10
3.	15% - 25%	0,15	15
4.	25% - 45%	0,20	20
5.	Lebih dari 45%	0,25	25

Tabel 4. Nilai C sebagai input *reclassify* tata guna lahan

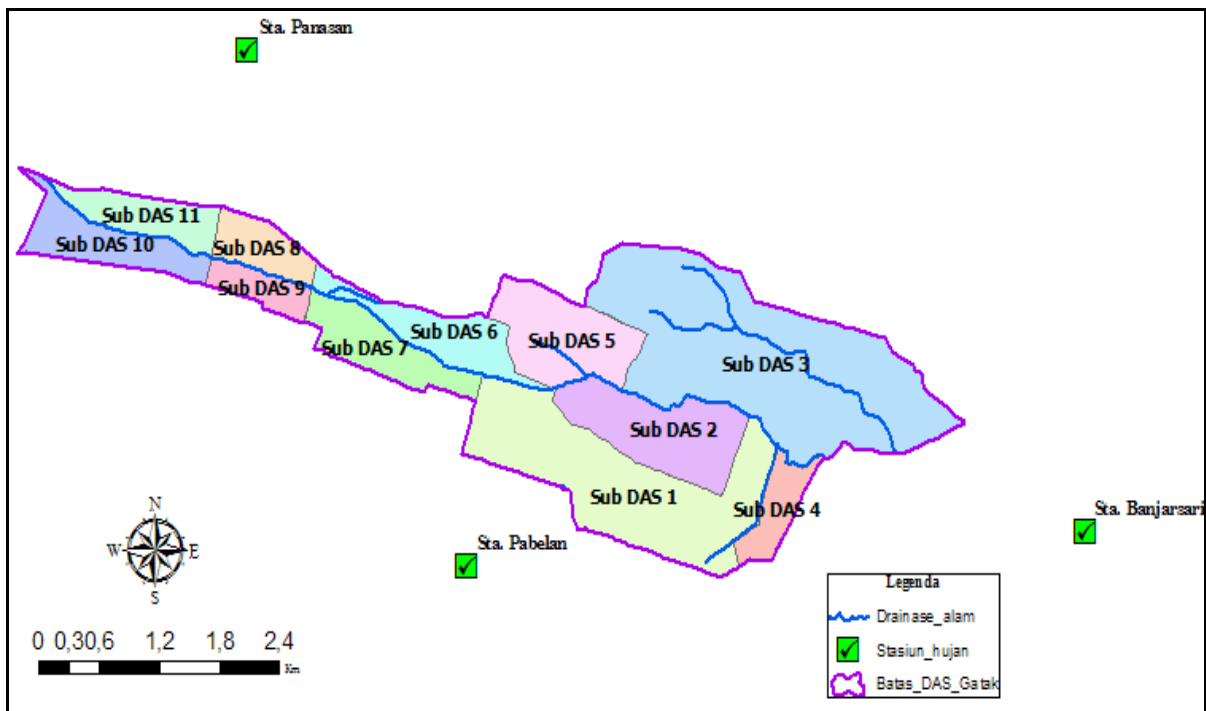
No.	Tata Guna Lahan	Nilai C	Nilai C (untuk <i>reclassify</i>)
1.	Sawah	0,15	15
2.	Perkebunan/kebun/ladang	0,15	15
3.	Padang rumput	0,25	25
4.	Permukiman	0,35	35
5.	Bangunan/gedung	0,80	80
6.	Air tawar/sungai	0,90	90

Tabel 5. Nilai C untuk berbagai tata guna lahan hasil olahan ArcGIS 9.0

No.	Tata Guna Lahan	Nilai C
1.	Sawah	0,17
2.	Perkebunan/kebun/ladang	0,18
3.	Padang rumput	0,27
4.	Permukiman	0,37
5.	Bangunan/gedung	0,82
6.	Air tawar/sungai	0,90

Tabel 6. Nilai C tahun 2001 dan tahun 2007

No.	Jenis Lahan	Nilai C	Tahun 2001		Tahun 2007	
			Luas (ha)	C _{tot}	Luas (ha)	C _{tot}
1.	Sawah	0,17	482,17	81,97	396,16	67,35
2.	Perkebunan/kebun/ladang	0,18	33,90	6,10	13,37	2,41
3.	Padang rumput	0,27	22,02	5,95	13,84	3,74
4.	Permukiman	0,37	595,74	220,42	705,39	260,99
5.	Bangunan/gedung	0,82	17,99	14,75	23,06	18,91
6.	Air tawar/sungai	0,90	1,15	1,04	1,15	1,04
	Jumlah	2,71	1152,97	330,18	1152,97	354,36

**Gambar 6.** Letak tiga stasiun hujan terhadap DAS Kali Gatak**Tabel 7.** Perhitungan hujan maksimum harian tahun 2001-2007

No	Kejadian Hujan			Hujan Harian Maksimum			Hujan Harian Rata-rata (mm)	Hujan Harian Maksimum Rata-rata (mm)
	Tahun	Bulan	Tanggal	Stasiun PBS Kartosuro (mm)	Stasiun Cengklik (mm)	Stasiun Banjarsari (mm)		
1.	2001	3	11	81	0	14	31,67	32,67
		10	16	5	93	0	32,67	
2.	2002	4	5	0	0	80	26,67	74,33
		6	1	79	0	25	34,67	
		4	1	53	96	74	74,33	
3.	2003	3	11	31	0	104	45,00	57,00
		12	9	67	3	30	33,33	
		3	22	0	90	25	38,33	
4.	2004	12	30	31	26	114	57,00	41,67
		11	9	82	1	0	27,67	
		11	24	0	95	0	31,67	
5.	2005	2	27	2	5	118	41,67	40,67
		12	20	89	5	0	31,33	
		3	8	0	105	17	40,67	
6.	2006	1	16	0	0	51	17,00	91,33
		3	19	147	49	0	65,33	
		2	26	48	226	0	91,33	
7.	2007	12	9	25	11	120	52,00	59,00
		4	18	97	0	1	32,67	
		12	26	0	141	0	47,00	
		12	31	0	57	120	59,00	

Hasil analisis curah hujan dapat dipilih besaran nilai intensitas hujan (I) untuk perhitungan debit banjir (Q_{max}) yang menyebabkan terjadinya banjir dan genangan di daerah Kelurahan Sumber. Sobriyah (2003) mengatakan bahwa hujan efektif diasumsikan akan terjadi selama 4 jam dengan prosentase hujan sebagaimana terlihat pada Tabel 8. Sehingga dengan cara mengalikan prosentase hujan tiap jam dengan ketinggian curah hujan harian yang ditinjau akan didapatkan nilai intensitas hujan (I).

Tabel 8. Persentase hujan tiap jam (Sobriyah, 2003)

No	Hujan tiap jam	%
1.	Hujan ke-1	38,7
2.	Hujan ke-2	32,3
3.	Hujan ke-3	18,7
4.	Hujan ke-4	10,3

3. HASIL ANALISIS

Banjir dan genangan diperkirakan terjadi karena adanya kenaikan aliran permukaan akibat perubahan tata guna lahan. Untuk mengetahui kenaikan aliran permukaan maka debit aliran permukaan maksimum dianalisis berdasarkan beberapa asumsi kejadian hujan harian. Asumsi tersebut berasal dari tiga stasiun hujan yang terletak di dekat DAS Kali Gatak, yaitu Stasiun Waduk Cengklik Panas, Stasiun PBS Kartosuro, dan Stasiun Banjarsari Surakarta pada tahun 2001 dan 2007.

Debit aliran permukaan maksimum dianalisis berdasarkan harga rata-rata curah hujan dari beberapa stasiun hujan yang berada dan berdekatan dalam kawasan tersebut (Suripin, 2003). Untuk menggambarkan keterpengaruhannya suatu stasiun hujan terhadap suatu kawasan dapat dilihat dari asumsi pada ketiga stasiun hujan tersebut. Sehingga analisis kejadian banjir, diasumsikan sebagai berikut :

- Dihitung berdasarkan metoda tinggi hujan harian maksimum dari data hujan di tiga stasiun yang ditinjau pada tahun 2001 dan 2007.
- Dihitung berdasarkan metoda rata-rata aljabar (aritmatik) yaitu tinggi hujan harian maksimum rata-rata dari data hujan di tiga stasiun yang ditinjau pada tahun 2001 dan 2007.

Perhitungan Q_{maks} Berdasarkan Hujan Harian Maksimum

Dalam analisis ini, Q_{maks} dihitung berdasarkan pada kejadian hujan tanggal 16 Oktober 2001 dengan $h_{maks} = 93$ mm dan 26 Desember 2007 dengan $h_{maks} = 141$ mm di stasiun Waduk Cengklik Panas. Sedangkan nilai intensitas (I) dihitung berdasarkan asumsi bahwa setiap kejadian hujan, hujan efektif akan terjadi selama 4 jam berturut-turut dengan prosentase hujan tiap jam menurut Sobriyah (2003).

Tabel 9 menunjukkan perbandingan hasil perhitungan Q_{maks} . Perhitungan tersebut menggunakan koefisien C tahun 2001 dan

Tabel 9. Perhitungan Q_{maks} berdasarkan $h_{maks} = 93$ mm

Hujan Tiap Jam	Intensitas Hujan (mm)	Debit ($m^3/detik$)	
		$C_{2001} = 0,287$	$C_{2007} = 0,307$
Hujan jam ke-1	35,99	33,02	35,44
Hujan jam ke-2	30,04	27,56	29,58
Hujan jam ke-3	17,39	15,96	17,13
Hujan jam ke-4	9,58	8,79	9,43

Tabel 10. Perhitungan Q_{maks} berdasarkan $h_{maks} = 141$ mm

Hujan Tiap Jam	Intensitas Hujan (mm)	Debit ($m^3/detik$)	
		$C_{2001} = 0,287$	$C_{2007} = 0,307$
Hujan jam ke-1	54,57	50,07	53,73
Hujan jam ke-2	45,54	41,79	44,85
Hujan jam ke-3	26,37	24,19	25,96
Hujan jam ke-4	14,52	13,33	14,30

2007 dan data hujan tanggal 16 Oktober 2001 dengan $h_{maks} = 93$ mm. Dari hasil perhitungan ini dapat diketahui bahwa telah terjadi kenaikan Q_{maks} sebesar $2,42 \text{ m}^3/\text{det}$. Sedangkan Tabel 10 adalah Q_{maks} yang dihitung berdasarkan data hujan yang terjadi pada 26 Desember 2007 dengan h_{maks} sebesar 141 mm pada stasiun yang sama. Dari hasil perhitungan ini dapat diketahui bahwa dengan besar curah hujan yang sama, pada tahun 2007 jumlah debit yang dihasilkan lebih besar $3,67 \text{ m}^3/\text{det}$ dari pada debit yang dihasilkan pada tahun 2001.

Perhitungan Q_{maks} Berdasarkan Hujan Harian Maksimum Rata-rata

Dalam analisis ini Q_{maks} dihitung berdasarkan tinggi hujan harian maksimum rata-rata (h_{maks} rata-rata) yaitu sebesar 32,67 mm pada tahun 2001 dan h_{maks} rata-rata sebesar 59 mm pada tahun 2007. Sedangkan nilai intensitas hujan dihitung berdasarkan hujan efektif selama 4 jam berturut-turut (Sobriyah, 2003). Dari hasil perhitungan dengan menggunakan intensitas hujan harian 32,67 mm, dapat diketahui bahwa dengan curah hujan yang sama telah terjadi kenaikan debit pada tahun 2007 sebesar $0,85 \text{ m}^3/\text{det}$ lebih besar dari tahun 2001. Sementara analisis dengan menggunakan data hujan 59 mm diperoleh kenaikan debit sebesar $1,53 \text{ m}^3/\text{det}$. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 11 dan 12.

Perhitungan Q_{maks} Berdasarkan Periode Ulang Banjir (*Return Period*)

Untuk mengetahui kejadian banjir yang pernah terjadi di wilayah Kelurahan Sumber termasuk pada periode ulang berapa tahun, perlu dilakukan perbandingan perhitungan hujan rancangan yang menyebabkan terjadinya banjir tersebut berdasarkan data curah hujan selama 15 tahun (1994 s/d 2008) di tiga stasiun yang berada di DAS tersebut. Dalam studi ini analisis frekuensi periode ulang hujan rancangan menggunakan metoda

Distribusi Gumbel. Hasil perhitungan dengan cara Gumbel dapat dilihat pada Gambar 7.

Perhitungan Q_{maks} Berdasarkan Periode

Perbandingan perhitungan debit banjir berdasarkan hujan harian maksimum menunjukkan bahwa perhitungan Q_{maks} berdasarkan $h_{maks} = 93$ mm dan $h_{maks} = 141$ mm yang terjadi pada tahun 2001 dan 2007, maka Q_{maks} tersebut termasuk periode ulang 20 tahunan dan 200 tahunan. Sedangkan dengan perhitungan Q_{maks} berdasarkan hujan harian rata-rata maksimum, di mana dengan perhitungan h_{maks} rata-rata = 32,67 mm pada tahun 2001 dan h_{maks} rata-rata = 59 mm pada tahun 2007 maka termasuk banjir dengan periode ulang kurang dari 5 tahun (i.e. 2 tahun). Hasil analisis menunjukkan besar curah hujan harian yang hampir sama menyebabkan terjadinya banjir dan genangan pada daerah Kelurahan Sumber, Kecamatan Banjarsari, pada tahun 2007. Kejadian ini terulang kembali pada tahun 2009. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 14.

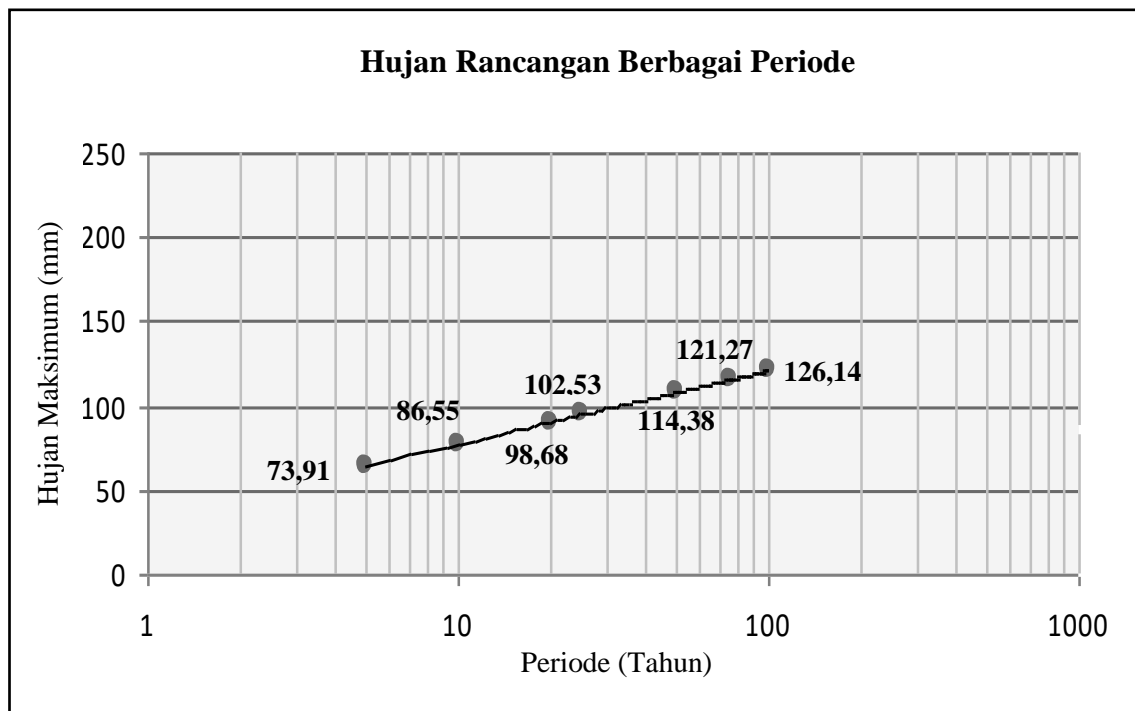
Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa banjir yang melanda wilayah Kelurahan Sumber, Kecamatan Banjarsari, dan Kota Surakarta terjadi pada tanggal 1 dan 28 Januari 2007; 15 Februari 2007 dan 28 Desember 2007 (Tabel 14). Jika dibandingkan dengan tahun 2001 dan tahun-tahun sebelumnya, kejadian banjir di sekitar alur sungai hampir tidak pernah terjadi. Meskipun terjadi banjir, air sungai tidak pernah meluap dari badan sungai dan tidak sampai menggenangi wilayah di sepanjang sungai di bagian hilir (Kelurahan Sumber). Kejadian banjir terulang kembali pada tanggal 28 dan 30 Januari 2009. Banjir yang terjadi pada tanggal 25 Februari 2009 merupakan banjir yang terbesar selama ini dan belum pernah terjadi sebelumnya. Sedangkan banjir pada tanggal 25 Februari 2009 adalah banjir terparah yang mencapai ketinggian $\pm 2-3,5$ m.

Tabel 11. Perhitungan Q_{maks} tahun 2001 dan 2007 berdasarkan h_{maks} rata-rata = 32,67 mm

Hujan Tiap Jam	Intensitas Hujan (mm)	Debit (m ³ /detik)	
		C ₂₀₀₁ = 0,287	C ₂₀₀₇ = 0,307
Hujan jam ke-1	12,64	11,60	12,45
Hujan jam ke-2	10,55	9,68	10,39
Hujan jam ke-3	6,11	5,61	6,016
Hujan jam ke-4	3,37	3,09	3,31

Tabel 12. Perhitungan Q_{maks} tahun 2001 dan 2007 berdasarkan h_{maks} rata-rata = 59 mm

Hujan Tiap Jam	Intensitas Hujan (mm)	Debit (m ³ /detik)	
		C ₂₀₀₁ = 0,287	C ₂₀₀₇ = 0,307
Hujan jam ke-1	22,83	20,95	22,48
Hujan jam ke-2	19,06	17,49	18,77
Hujan jam ke-3	11,03	10,12	10,86
Hujan jam ke-4	6,08	5,58	5,98



Gambar 7. Grafik periode ulang dengan hujan maksimum harian

Tabel 14. Kejadian banjir dan curah hujan tahun 2007 di 3 stasiun hujan

No.	Kejadian Banjir Tahun 2007	Curah Hujan (mm) di Stasiun			Sumber Data
		Pabelan	Cengklik	Banjarsari	
1.	01 Januari 2007	4	29	0	Media massa
2.	28 Januari 2007	10	36	0	Media massa
3.	15 Februari 2007	29	0	0	Observasi lapangan
4.	28 Desember 2007	0	47	0	Observasi lapangan

4. KESIMPULAN

DAS Gatak telah mengalami perubahan tata guna lahan yang cukup berarti, terutama pada peralihan fungsi lahan dari persawahan, perkebunan, dan padang rumput menjadi daerah permukiman. Pada tahun 2001 prosentase luas lahan untuk

bangunan/gedung 1,56%, perkebunan/kebun 2,93%, padang rumput 1,90%, permukiman 51,66%, sawah 41,82%, dan perairan tawar 0,10%. Pada tahun 2007 prosentase luas lahan untuk bangunan atau gedung adalah 2%, perkebunan/kebun 1,16%, padang rumput 1,2%, permukiman 61,18%, sawah 34,36%, dan perairan tawar 0,10%. Perubahan fungsi

lahan tersebut menyebabkan terjadinya penyusutan lahan-lahan resapan menjadi permukaan tanah yang kedap air hingga mencapai 9,95% dari luas DAS yang ada yaitu $\pm 1152,97$ ha.

Perhitungan debit aliran permukaan (*runoff*) yang terjadi pada tahun 2001 dan 2007, menunjukkan bahwa telah terjadi kenaikan debit aliran permukaan di DAS Gatak. Kenaikan ini dipicu oleh karena adanya alih fungsi lahan yang ditunjukkan dengan adanya *trend* kenaikan koefisien aliran permukaan (C), yaitu dari $C_{2001} = 0,287$ pada tahun 2001 menjadi $C_{2007} = 0,307$ pada tahun 2007.

Kemungkinan kejadian hujan yang menyebabkan banjir dan genangan di wilayah Kelurahan Sumber, Kecamatan Banjarsari, dan Kota Surakarta diprediksi akan terjadi dengan periode ulang 2 tahunan. Hal ini terbukti dengan kejadian banjir yang terjadi secara berturut-turut pada tahun 2007 dan 2009. Kejadian banjir dan genangan ini belum pernah terjadi sebelum tahun 2001. Besar kemungkinan terjadinya banjir ini disebabkan oleh perubahan tata guna lahan dalam 5 tahun terakhir. Bila proses penanganan perubahan tata guna lahan yang terjadi pada wilayah ini tidak dilakukan dengan baik dan terencana, maka dapat diprediksi bahwa dampak terhadap banjir dan genangan ini akan semakin meluas di Kota Surakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Brath, A., Montanari, A., dan Moretti, G. (2003). Assessing The Effects on Flood Risk of The Land-use Changes in The Last Five Decades: An Italian Case Study. *IAHS Publications*. 278. 435-441.
- Brath, A., Castellarin, A., dan Montanari, A. (2003). Assessing The Reliability of Regional Depth-duration-frequency Equations for Gaged and Ungaged Sites. *Water Resources Research*. 39(12). 1367.
- Camorani, G., Castellarin A., dan Brath, A. (2005). Effects of Land-use Changes on The Hydrologic Response of Reclamation Systems. *Physics and Chemistry of the Earth*. 30p. 561-574.
- Dhanu, A. (2005). Perhitungan Aliran Permukaan Menggunakan Sistem Informasi Geografis. Skripsi Sarjana. Jurusan Teknik Sipil, Program Sarjana, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Nastain dan Santoso, P.B. (2003). Pengaruh Alih Fungsi Lahan kawasan Baturaden Terhadap Debit Air Sungai Banjaran. *Jurnal Ilmiah Unsoed*, Purwokerto.
- Sobriyah (2003). Pengembangan Model Perkiraan Banjir Daerah Aliran Sungai (DAS) Besar dari Sintesa Beberapa Persamaan Terpilih. Disertasi Doktor. Universitas Gajah Mada Yogyakarta, Yogyakarta.
- Suhartanto (2001). Perubahan Tata Guna Lahan Dari Hutan Campuran Menjadi Lahan Pertanian Sub DAS Cidanau Kabupaten Serang Propinsi Banten. Makalah Falsafah Sains (PPs 702). Program Pasca Sarjana/S3 Institut Pertanian Bogor.
- Suripin (2003). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Suroso dan Hery (2005). Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Debit Banjir Daerah Aliran Sungai Banjaran. *Jurnal Teknik Sipil*. 3(2). 75-80.

Wangsaatmaja, S., Sabar, A., dan Prasetiati
M.A.N. (2006). Permasalahan dan
Strategi Pembangunan Lingkungan

Berkelanjutan Studi Kasus: Cekungan
Bandung. *Jurnal Geologi Indonesia*.
1(3). 163-171.