
CURAH HUJAN UNTUK PENDUGAAN DEBIT PUNCAK MENGGUNAKAN METODE RASIONAL DI SUB DAS SAMIN KABUPATEN KARANGANYAR

Munawar Cholil dan Indhitalaras Jiasukma

Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Email : mc184@ums.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan di Sub DAS Samin yang merupakan salah satu bagian dari DAS Bengawan Solo. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pola distribusi hujan, menentukan debit puncak tahunan rata-rata dan menganalisis pengaruh penggunaan lahan terhadap debit puncak di Sub DAS Samin. Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis data sekunder dan observasi. Data sekunder diperoleh dari Instansi Pemerintah berupa data curah hujan 5 stasiun hujan dalam kurun waktu 10 tahun, peta jenis tanah, dan peta penggunaan lahan. Analisis data yang digunakan adalah analisis hidrologi, analisis debit rencana, dan analisis spasial. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa sub DAS Samin memiliki rata-rata hujan wilayah tertinggi sebesar 134mm dan terendah 69mm, pola distribusi hujan yang cocok digunakan adalah distribusi gumbel dengan curah hujan periode maksimum 2th: 97.98mm, 5th: 117.50mm, 25th: 146.74mm, 100th 170.87mm, dengan intensitas hujan kala ulang 2th: 16.97mm/jam, 5th: 20.36mm/jam, 25th: 25.43mm/jam, 100th: 29.61mm/jam. Dari hasil analisis debit rencana, nilai koefisien (C) pada tahun 2006 sebesar 50.7 dan tahun 2014 sebesar 51.7. Nilai koefisien tersebut menunjukkan terjadinya peningkatan debit dari tahun 2006 ke tahun 2014. Hasil analisis spasial menunjukkan bahwa terjadi perubahan lahan sebesar 491 ha. Penggunaan lahan yang berpengaruh terhadap meningkatnya debit puncak adalah bertambahnya permukiman dan berkurangnya hutan yang menyebabkan wilayah Sub DAS Samin mengalami kenaikan debit.

Kata Kunci: distribusi hujan, debit puncak, koefisien limpasan, penggunaan lahan.

Abstract

This research was conducted in sub watershed of Samin. This Study aims to determine the pattern of rain distribution, determine the average annual peak discharge and analyze the effect of land use on peak discharge in sub watershed of Samin. The research method used is the method of secondary data analysis and observation. Secondary data

obtained from Government Institutions in the form of rainfall data, land type map, and land use map. Data analysis used is hydrological analysis, discharge planning analysis, and spatial analysis. The results showed that sub watershed of Samin has the highest rainfall area that is 134mm and lowest 69mm. The appropriate distribution pattern used is the distribution of gumbel with maximum rainfall of 2th: 97.98mm, 5th: 117.50mm, 25th: 146.74mm, 100th: 170.87mm, with rain intensity return period 2th: 16.97mm/hour, 5th: 20.36mm/hour, 25th: 25.43mm/hour, 100th: 29.61mm/hour. From result of debit analysis of coefficient of plan value (C) year 2006 is equal to 50.56 and year 2014 equal to 52.4. Coefficient run off indicate an increase in discharge from 2006 to 2014. The result of spatial analysis indicates that there is a change of land 491 ha, the use of land affecting the increase of peak discharge is the increase of settlement and the decrease of forest causing the sub watershed of Samin has increased the debit.

Keywords: rain distribution, peak discharge, run off, land use.

1. PENDAHULUAN

Hujan merupakan salah satu penyebab banjir di Indonesia. Hujan di Indonesia terjadi pada jangka waktu dari bulan Oktober hingga Maret. Umumnya pola curah hujan di Indonesia sangat dipengaruhi oleh letak geografis. Curah hujan tinggi di suatu wilayah dipengaruhi oleh faktor antara lain, tinggi rendahnya tempat, angin, dan lainnya. Setiap wilayah atau daerah di Indonesia memiliki curah hujan yang berbeda antara satu daerah dengan daerah lainnya, hal ini di karenakan faktor-faktor yang ada disetiap daerah yang mempengaruhi curah hujan di daerah tersebut.

Debit puncak terjadi akibat peningkatan jumlah air larian permukaan, hal ini mengakibatkan bertambahnya jumlah volume air sungai sehingga kemungkinan dapat terjadi bahaya banjir (Wicaksono, dkk 2009). Debit puncak dipengaruhi oleh dua faktor, antara lain faktor hujan dan faktor DAS. Adapun faktor hujan yang meliputi; jumlah hujan, intensitas hujan; durasi hujan; dan distribusi hujan. Sedangkan faktor DAS yaitu; luas DAS, bentuk DAS, topografi, jenis tanah, geologi, dan penggunaan lahan. Metode rasional digunakan untuk pendugaan debit

puncak, metode ini merupakan metode yang paling sederhana dan paling banyak digunakan didalam penelitian hidrologi sebelumnya.

Penelitian ini berada di Sub DAS Samin yang merupakan hulu bagian DAS Bengawan Solo yang paling rawan mengalami bencana alam seperti banjir, longsor, dan erosi, hal ini dikarekan terjadinya pergerakan tanah (BPDAS Solo, 2009). Faktor yang mempengaruhi terjadinya bencana tersebut antara lain batuan atau geologi yang terdapat di Sub DAS Samin sebagian besar berasal dari bahan induk abu/tuf vulkan, penggunaan tanah yang tidak sesuai dan lainnya. Faktor lainnya yang mempengaruhi adalah adanya perubahan penggunaan lahan dari waktu ke waktu. Menurut peta penggunaan lahan tahun 2006 yang dikeluarkan oleh Balai Kehutanan Solo penggunaan lahan dikawasan Sub DAS Samin yang paling dominan adalah sawah irigasi 10 308.10 ha, sedangkan hutan di bagian hulu seluas 400.64 ha. Kondisi ini akan berdampak pada peningkatan debit puncak dan risiko banjir di bagian hilir DAS, sehingga upaya mitigasi di bagian hilir menjadi tidak berarti apabila tidak diikuti dengan upaya pengurangan terjadinya bahaya banjir. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pola distribusi hujan, menentukan debit puncak tahunan rata-rata, dan menganalisis pengaruh penggunaan lahan terhadap debit puncak di Sub DAS Samin.

2. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisa data sekunder. Data sekunder yang digunakan berupa data curah hujan selama 10 tahun yang merupakan hasil pencatatan dari BPDAS Solo. Data sekunder lain berupa peta penggunaan lahan, peta jenis tanah, dan peta geologi yang diperoleh dari Instansi Pemerintah terkait. Penelitian ini lebih menitikberatkan pada pengolahan data sekunder dan observasi. Observasi digunakan untuk mengetahui kondisi lapangan daerah penelitian.

Metode analisis data penelitian curah hujan untuk pendugaan debit puncak menggunakan analisis hidrologi dan analisis spasial. Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan pola distribusi hujan dan debit puncak tahunan rata-rata,

sedangkan analisis spasial digunakan untuk menjelaskan karakteristik penggunaan lahan di Sub DAS Samin dan perubahan yang terjadi pada tahun 2006 dan 2014.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian analisis curah hujan untuk pendugaan debit puncak menggunakan metode rasional di Sub DAS Samin dibagi menjadi tiga bagian, yaitu 1) karakteristik distribusi hujan 2) debit puncak menggunakan Metode Rasional dan 3) analisis pengaruh penggunaan lahan terhadap debit puncak.

3.1 Karakteristik Distribusi Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10 tahun pada masing-masing stasiun hujan dari tahun 2006 sampai tahun 2015. Dalam penelitian ini menggunakan lima stasiun hujan yaitu stasiun mojolaban, stasiun sukoharjo, stasiun jumantono, stasiun jumapolo, dan stasiun tawangmangu. Hujan rata-rata harian maksimum diperoleh dengan menggunakan metode *Polygon Thiessen*.

Tabel 1. Curah hujan wilayah dengan *Metode Thiessen*

Tahun	Stasiun					Rh (mm)
	Mojolaban	Sukoharjo	Jumantono	Jumapolo	Tawangmangu	
	12.78	11.14	42.91	6.64	26.52	
2006	62	127	92	82	89	90
2007	78	95	116	187	194	134
2008	67	110	116	92	107	105
2009	56	88	87	140	121	96
2010	31	116	109	87	128	103
2011	39	89	106	95	116	97
2012	78	110	106	106	95	100
2013	38	120	95	105	118	97
2014	0	65	80	104	79	69
2015	78	76	129	100	115	111

Sumber : hasil analisis, 2017

Penentuan pola distribusi hujan dilakukan dengan analisis frekuensi. Analisis Frekuensi hujan merupakan analisa statistik penafsiran hujan untuk menentukan terjadinya periode ulang hujan pada periode tertentu. Dari hasil perhitungan Rh

rencana didapatkan pengukuran dispersi atau uji statistik dengan memperoleh mean 100.2, standar deviasi 16.35, koefisien variasi 0.16, koefisien kemencengan 0.27, koefisien kurtosis 0.0063. sedangkan Rh rencana pengukuran dispersi dengan logaritma didapatkan mean 1.996, standar deviasi 18.93, koefisien variasi 9.48, koefisien kemencengan -1.1862, koefisien kurtosis 0.81.

Tabel 2. Hasil Penentuan Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Keterangan
Normal	$C_s = 0,00$; $C_k = 3,00$	$C_s = 0,27$; $C_k = 0,0063$	Tidak memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,1396$; $C_k = 5,4002$	$C_s = 0,27$; $C_k = 0,0063$	Memenuhi
Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^2$; $C_v > 0$	$C_s = -1,1862$; $C_v = 9,48$	Tidak memenuhi
Log Pearson III	$C_s = 0,00$; $C_k > 4$ s.d 6	$C_s = -1,1862$; $C_k = 0,81$	Tidak memenuhi

Sumber : hasil analisis, 2017

3.1.1 Pengujian Kecocokan Sebaran

- Uji Sebaran Chi Square

Dari hasil perhitungan di peroleh nilai Chi Square (X^2) = 4.4. Dengan batas kritis nilai Chi Square untuk dk = 2 dengan $\alpha = 5\%$, maka nilai $X^2_{Cr} = 5.991$. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa distribusi gumbel memenuhi syarat.

- Uji Sebaran Smirnov-Kolmogrov

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai $D_{max} = 0.20$ dan banyaknya data (n) sebanyak = 10 dengan derajat kepercayaan 5% maka diperoleh $D_0 = 0.409$. Hasil yang diperoleh nilai D_{max} lebih kecil dari nilai D_0 kritis ($0.20 < 0.409$), maka persamaan distribusi yang diperoleh dapat diterima.

3.1.2 Curah hujan Maksimum dengan Distribusi Gumbel

Hasil pengukuran dispersi dicocokkan dengan syarat yang berlaku dari setiap jenis distribusi yang tersedia. Pada penelitian ini jenis distribusi yang memenuhi syarat adalah distribusi gumbel. Jenis distribusi yang telah memenuhi syarat telah di uji kecocokan sebarannya dengan metode uji sebaran *Chi Square* dan uji *Sebaran Smirnov-Kolmogrov*. Kedua uji sebaran menunjukkan pemilihan distribusi gumbel yang diperoleh dapat diterima. Berdasarkan analisis frekuensi dan uji sebaran yang

dilakukan pada data R_h rencana diperoleh bahwa distribusi yang paling cocok dengan sebaran data R_h rencana di Sub DAS Samin adalah distribusi gumbel. Curah hujan maksimum dengan distribusi gumbel dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Curah Hujan Maksimum dengan Distribusi Gumbel

No	Periode ulang	X_t
1	2 th	97.98407
2	5 th	117.4987
3	25 th	146.7448
4	100 th	170.8772

Sumber : hasil analisis, 2017

3.1.3 Intensitas Hujan dengan Mononobe

Intensitas hujan merupakan jumlah hujan dalam persatuan waktu. Untuk mendapatkan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe sehingga didapatkan intensitas hujan maksimum dengan periode ulang 2, 5, 25 dan 100 tahun dapat dilihat pada Tabel 5. Untuk mendapatkan intensitas hujan, sebelumnya harus mencari nilai T_c atau waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi merupakan waktu perjalanan yang diperlukan air untuk mencapai tempat tujuan. T_c dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Waktu Konsentrasi (T_c) dalam Jam

Sub DAS	Luas (Ha)	Panjang Alur Sungai (km)	Tinggi Hulu (m)	Tinggi Hilir (m)	Beda Tinggi Hulu-Hilir (m)	L(m)	H(m)	S	T_c (jam)
Samin	2681	37.934	3162.5	93.75	3068.75	3793 4	3068.7 5	0.081	2.86

Sumber : hasil analisis, 2017

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa waktu konsentrasi sebesar 2.86 jam. Hal ini berarti bahwa waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir dari titik terjauh (hulu) sampai ke titik pengamatan (hilir) sebesar 2.86 jam.

Tabel 5. Intensitas Curah Hujan dengan Kala Ulang

Periode Ulang	Curah Hujan Maksimum	Intensitas (mm/jam)
2	97.98407	16.97
5	117.4987	20.36
25	146.7448	25.43
100	170.8772	29.61

Sumber : hasil analisis, 2017

Intensitas curah hujan di Sub DAS Samin pada periode ulang 2 tahun sebesar 16.97mm/jam dengan curah hujan maksimum sebesar 97.98407

3.2 Debit Puncak menggunakan Metode Rasional

Pendugaan debit puncak menggunakan metode rasional. Metode rasional memerlukan data koefisien aliran dari setiap variabel yang terkait. Peneliti memberlakukan nilai koefisien dengan menggunakan metode Cooks. Variabel yang digunakan adalah topografi, penutup lahan, tingkat infiltrasi tanah, dan simpanan permukaan. Melalui overlay beberapa peta tematik yang telah dibuat, dapat di ketahui luasan masing-masing klasifikasi yang terdapat dalam metode cook seperti tabel berikut.

Tabel 6. Parameter Koefisien *Run Off* dengan Metode Cook

Tahun	Metode Cook				
	Penggunaan Lahan	Kemiringan Lereng	Tekstur Tanah	Kerapatan Aliran	C
2007	15	18.7	12	5	50.7
2014	16	18.7	12	5	51.7

Sumber : hasil analisis, 2017

Metode rasional menggunakan peluang hujann dalam periode ulang tertentu yang disebut periode ulang. Arsyad (2010) pendugaan debit puncak digunakan untuk memprediksi brsarnya Q yang digunakan untk merancang bangunan pengendali banjir dengan menggunakan interval hujan 10 tahun. Debit puncak ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Debit puncak

Periode Ulang	Intensitas	Q ₂₀₀₇ (m ³ /detik)	Q ₂₀₁₄ (m ³ /detik)
2 th	16.97	62 (m ³ /detik)	63 (m ³ /detik)
5 th	20.36	74 (m ³ /detik)	76 (m ³ /detik)
25 th	25.43	93 (m ³ /detik)	95 (m ³ /detik)
100 th	29.61	108 (m ³ /detik)	110 (m ³ /detik)

Sumber : hasil analisis, 2017

3.3 Analisis Pengaruh Penggunaan Lahan terhadap Debit

Hasil dari peta penggunaan lahan menunjukkan bahwa Sub DAS Samin memiliki delapan bentuk penggunaan lahan diantaranya adalah badan air, perkebunan, permukiman, sawah irigasi, semak belukar, hutan, gedung, dan tegalan atau tanah ladang. Perkembangan penggunaan lahan di analisa dengan cara proses overlay intersect antara peta penggunaan lahan tahun 2007 dengan Citra Landsat tahun 2014, sehingga dihasilkan perubahan penggunaan lahan baik luas dan jenis penggunaannya.

Tabel 8. Perkembangan Penggunaan Lahan Sub DAS Samin 2007-2014

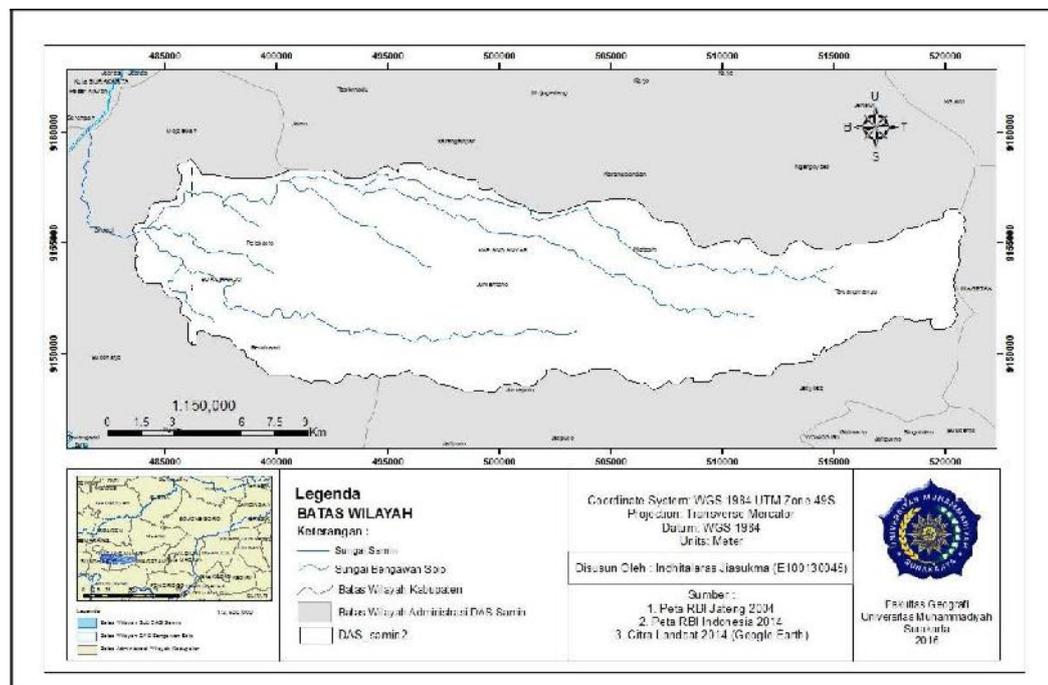
No	Penggunaan Lahan	Luas Tahun 2006 (km ²)	Luas Tahun 2014 (km ²)	Perubahan PL (km ²)
1	Badan Air	0.78	0.78	0
2	Perkebunan	31.37	30.90	0.47
3	Permukiman	65.85	66.47	-0.62
4	Sawah Irigasi	103.18	103.63	-0.45
6	Belukar/Semak	13.13	14.04	-0.91
6	Hutan	5.1	3.16	1.94
7	Gedung	0.06	0.06	0
8	Tegalan/Ladang	40.30	40.73	-0.43
Total Luasan		259.77	259.77	

Sumber : hasil analisis, 2017

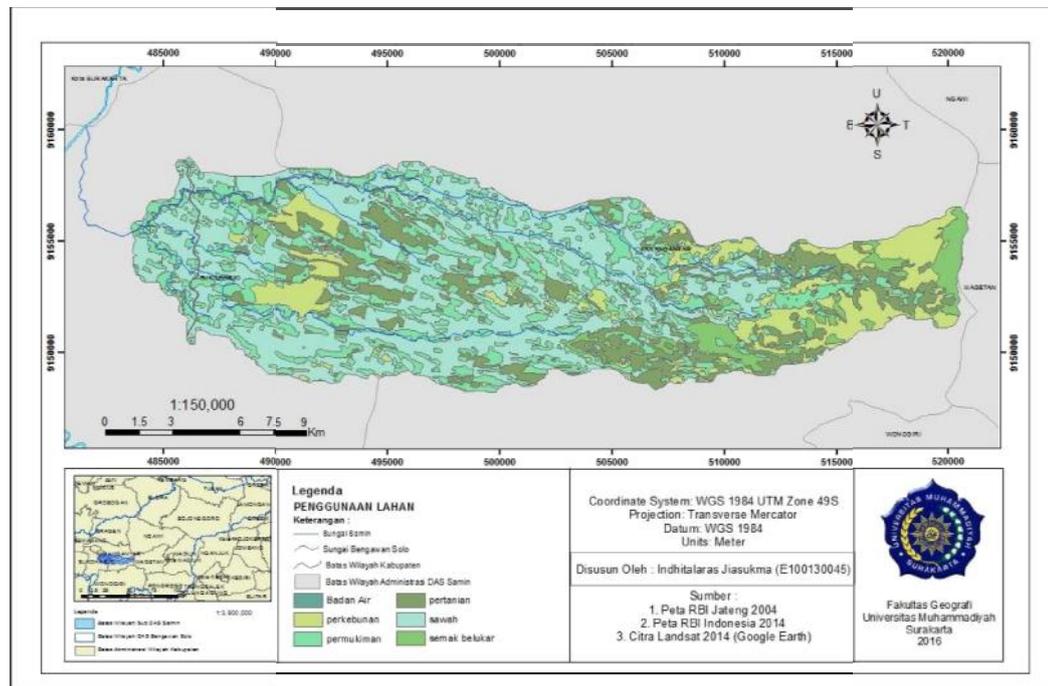
Tabel 7 menunjukkan bahwa terjadi perubahan lahan. Perubahan lahan yang berpengaruh terhadap besarnya debit puncak pada tahun 2014 adalah penggunaan lahan sawah dan permukiman. Luasan sawah dan permukiman di kawasan sub DAS Samin semakin bertambah, hal ini dapat menyebabkan daerah resapan dikawasan

DAS tersebut semakin berkurang. Penggunaan lahan perkebunan pada tahun 2014 mengalami penurunan luasan sebesar 47 ha dari hasil interpretasi, penggunaan lahan perkebunan banyak yang beralih fungsi menjadi semak belukar dan sawah irigasi.

Penggunaan lahan yang mengalami perubahan lainnya adalah kawasan hutan, hutan mengalami penurunan luasan sebesar 510 ha dan pada tahun 2014 menjadi 316 ha, kawasan hutan di areal sekitar Sub DAS Samin dari hasil interpretasi, hutan banyak yang beralih fungsi sebagai kawasan perkebunan. Berkurangnya hutan di sepanjang aliran sungai, dapat menyebabkan kerusakan hidrologi dari DAS itu sendiri dan dapat menurunkan fungsi dari DAS tersebut. Asdak (2010) menyebutkan bahwa keberadaan hutan dapat dipandang sebagai kegiatan pendukung dari usaha lain dalam menurunkan terjadinya debit puncak atau banjir. Hutan juga berfungsi sebagai kontinuitas aliran, karena hutan dapat menjaga keseimbangan air pada musim hujan dan musim kemarau. Keberadaan hutan tidak lagi dijaga sehingga semakin berkurangnya fungsi resapan yang beralih fungsi menjadi lahan perkebunan, semak belukar, dan ladang sehingga dari waktu ke waktu hutan menjadi tidak mampu mencegah debit puncak atau banjir.



Gambar 1. Peta Batas Wilayah Sub DAS Samin



Gambar 2. Peta Penggunaan Lahan 2014 Sub DAS Samin

4. PENUTUP

Kesimpulan :

1. Pola distribusi yang tepat untuk Sub DAS Samin adalah distribusi Gumbel. Distribusi Gumbel dikatakan sesuai karena hasil perhitungan dispersi untuk koefisien variasi dan koefisien kurtosis memenuhi syarat. Data hujan yang digunakan memiliki kemencengan atau kemiringan yang sama dengan Distribusi Gumbel.
2. Debit puncak tahunan rata-rata dengan periode ulang 2, 15, 25, 100 pada tahun 2006 sebesar $62 \text{ m}^3/\text{dtk}$; $74 \text{ m}^3/\text{dtk}$; $93 \text{ m}^3/\text{dtk}$, $108 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan di tahun 2014 sebesar $63 \text{ m}^3/\text{dtk}$; $76 \text{ m}^3/\text{dtk}$; $95 \text{ m}^3/\text{dtk}$; $110 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Hal ini terjadi karena perubahan nilai koefisien limpasan pada tahun 2006 adalah 50.7 dan pada tahun 2014 menjadi 51.7.
3. Perkembangan penggunaan lahan di analisa dengan cara proses overlay intersect antara peta penggunaan lahan tahun 2007 dengan Citra Landsat tahun 2014. Penggunaan lahan yang berpengaruh terhadap debit puncak

adalah berkurangnya luasan hutan dan bertambahnya luasan sawah irigasi, semak belukar, dan permukiman.

Saran :

1. Dalam penelitian ini Distribusi Gumbel dapat diaplikasikan untuk wilayah yang memiliki curah hujan sama dengan daerah penelitian (Sub DAS Samin).
2. Nilai koefisien atau nilai C yang meningkat dapat terjadi dengan adanya perubahan penggunaan lahan, maka sebaiknya masyarakat di kawasan Sub DAS Samin mampu menjaga keseimbangan terhadap lahan terbaangun. Perubahan penggunaan lahan yang terus meningkat setiap tahunnya di kawasan Sub DAS Samin disebabkan oleh tekanan penduduk, seharusnya pemerintah setempat lebih memperhatikan mengenai perubahan penggunaan lahan terbangun dan lahan-lahan yang berfungsi sebagai daerah resapan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwidanto, Nova. 2004. Analisis Manfaat Sumber Daya Hutan dan Ekosistemnya Sebagai Pengatur Tata Air (Fungsi Hidrologis) Pada Kaawasan Lindung DAS Samin di Kabupaten Karanganyar. *Tesis Pascasarjana*. Semarang : Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro
- Anna, Alif Noor. 2010. Analisis Karakteristik Parameter Hidrologi Akibat Alih Fungsi Lahan di Daerah Sukoharjo Melalui Citra Landsat Tahun 1997 dengan Tahun 2002, *Jurnal Geografi UMS: Forum Geografi, volume 14, Nomor 1, Juli 2010*. Surakarta: Fakultas Geografi UMS.
- Anna, Alif Noor. 1994. Pendekatan Hidrologi untuk Penilaian Kegiatan Pengelolaan DAS, *Jurnal Geografi UMS: Forum Geografi, Nomor 14 dan 15, Tahun VIII/Juli dan Desember*. Surakarta: Fakultas Geografi UMS.
- Anna, A.N., Suharjo, & Priyana, Y. 2014. Pemanfaatan Potensi Limpasan Air Permukaan (*Run Off*) sebagai Sumber Energi di Bidang Sumber Daya Air di Sub DAS Peyangga Kota Surakarta, *Diskusi Bulanan Fakultas Geografi*. Surakarta : Fakultas Geografi UMS.

- Muttaqin. 1997. Analisis Frekuensi Intensitas Hujan di DAS Madiun Jawa Timur, *Jurnal Geografi UMS: Forum Geografi, Nomor 2, Tahun XI/Juli 1997*. Surakarta: Fakultas Geografi UMS.
- Prasetia, Dimas Alfred. 2015. Analisis Hidrologi Menggunakan Model SWAT di Sub Das Samin Das Solo. *Skripsi Sarjana*. Bogor : Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi : Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 1*. Bandung : Nova.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi : Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 2*. Bandung : Nova.
- Soewarno. 2015. *Klimatologi : Pengukuran dan Pengolahan Data Curah Hujan, Contoh Aplikasi Hidrologi dalam Pengelolaan Sumber Daya Air*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Suroso., Susanto, Hery Awan. 2008. Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir Daerah Aliran Sungai Banjaran, *Jurnal Teknik Sipil: Jurnal Teknik Sipil, volume 3, Nomor 2, Juli 2006*. Purwokerto : Jurusan Teknik Sipil Universitas Jendral Soedirman.
- Winarno, Joko., Ariyanto, Dwi P., Hartati, Sri., Rosariastuti, Retno. 2008. Kajian Bahaya Erosi Pada Lahan Kering di Sub DAS Samin Kabupaten Karanganyar, *Jurnal Ilmu Tanah: Jurnal Ilmu Tanah Dan Agroklimatologi 5(2)2008*. Surakarta : Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.