Studi Perubahan Karakteristik Hidrologi (Debit Puncak dan Waktu Puncak) Akibat Perubahan Tata Guna Lahan di DAS Lesti dan DAS Gadang Kabupaten Malang

Ayasha Fathia^{1*}, Lily Montarcih Limantara¹, Sri Wahyuni¹

¹Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya,
Jl. MT. Haryono no. 167, Malang, 65145, Indonesia

*Korespondensi Email: ayasha.fathia@gmail.com

Abstract: Greater Malang, East Java Province is one of a region with fastest growing population. The increasing amount of residential area in a limited area can occur ecosystem damage in a watershed, caused by decreasing catchment area. One of the affected hydrological characteristics was the increasing peak discharge at the watershed outlet. Therefore, this study aims to understand the correlation between changes in land use and hydrological characteristics in Lesti and Gadang Watershed. Sets of hourly rainfall and discharge (2014-2018), topographic maps, watershed maps, and land use maps are used in this study. Calculations analysis are operated by *Microsoft Excel* and *ArcGIS 10.3* software. Land use results are classified into a dry forest, industrial forest, shrubs, farm, settlement, dryland farming, paddy field, savanna, and airport. It has been mentioned that the final result of this study was the decreasing area of dry forest and the increasing amount of settlement, accordant with increment average discharge.

Keywords: Discharge Peak and Time Peak, Land Use Change, Lesti Watershed and Gadang Watershed

Abstrak: Malang Raya, Provinsi Jawa Timur merupakan salah satu daerah dengan pertumbuhan penduduk yang cukup cepat. Meningkatnya pemukiman penduduk pada lahan yang terbatas dapat berakibat pada rusaknya ekosistem DAS dengan berkurangnya daerah resapan hujan. Salah satu karakteristik hidrologi yang terdampak adalah meningkatnya debit puncak pada *outlet* DAS. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana hubungan antara perubahan penggunaan lahan terhadap karakteristik hidrologi pada DAS Lesti dan DAS Gadang. Pasangan hujan jam-jaman dengan debit banjir (2014-2018), peta rupa bumi, peta DAS, dan peta tata guna lahan digunakan pada penelitian ini. Analisis perhitungan dioperasikan melalui *software Microsoft Excel* dan *ArcGIS 10.3*. Didapatkan hasil klasifikasi penggunaan lahan Hutan Lahan Kering Sekunder, Hutan Tanaman Industri, Semak Belukar, Perkebunan, Pemukiman, Tanah Terbuka, Pertanian Lahan Kering, Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak, Sawah, Savana, dan Bandara. Hasil akhir analisis yaitu berkurangnya kawasan Hutan Lahan Kering Sekunder dan

peningkatan kawasan pemukiman, sejalan dengan meningkatnya rerata debit pada DAS yang dianalisis dengan Hidrograf Satuan Pengamatan (HSP) metode Collins.

Kata kunci: DAS Lesti dan DAS Gadang, Debit Puncak dan Waktu Puncak, Perubahan Tata Guna Lahan

1. Pendahuluan

Kebutuhan manusia akan ruang mengharuskan agar lahan dapat dimanfaatkan dengan baik untuk memenuhi seluruh aspek kebutuhan manusia. Populasi manusia yang terus meningkat serta luas lahan yang tetap mewajibkan pemanfaatan lahan secara tepat untuk menunjang pembangunan berkelanjutan. Sistem lahan yang terdiri dari komponen sumber daya dan komponen ekologi harus diperhatikan agar lahan dapat tertata dengan baik. Terdapat perbedaan dasar antara penggunaan lahan yang berhubungan langsung dengan aktivitas manusia dan penutupan lahan yang berhubungan dengan vegetasi dan konstruksi yang menutupi permukaan lahan [1].

Pemanfaatan lahan berkaitan erat dengan hidrologi, yang berarti ilmu yang menjelaskan tentang keberadaan dan pergerakan air di alam [2]. Siklus hidrologi yang terdiri dari evaporasi, presipitasi, infiltrasi, serta aliran bawah permukaan dan aliran permukaan merupakan siklus yang terjadi secara terus-menerus [3]. Dalam hal ini, fungsi hidrologi berperan besar dalam pemanfaatan Daerah Aliran Sungai (DAS).

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah yang dikelilingi oleh punggung bukit dan memiliki fungsi sebagai wilayah tangkapan air, sedimen, dan unsur hara yang kemudian mengalir menuju satu titik keluar (*outlet*) [4]. Perubahan pemanfaatan lahan seperti pemukiman warga sangat berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem. Air hujan menjadi lebih sulit terserap oleh tanah sehingga terjadi limpasan permukaan yang berakibat banjir [12]. DAS Lesti dan DAS Gadang merupakan bagian dari wilayah DAS Brantas Hulu yang merupakan DAS prioritas dengan permasalahan cukup rumit, sehingga hal ini dijadikan landasan pengambilan keputusan dalam penelitian ini untuk menganalisis hubungan antara perubahan tata guna lahan terhadap karakteristik hidrologi, tepatnya debit puncak dan waktu puncak.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan

Penelitian dilakukan di Daerah Aliran Sungai Brantas bagian hulu, tepatnya pada DAS Lesti dan DAS Gadang yang secara administratif meliputi wilayah Malang Raya yaitu Kabupaten Malang, Kota Malang, dan Kota Batu, Provinsi Jawa Timur.

Gambar 1: Peta Lokasi Studi

Data penelitian yang digunakan untuk analisis pada studi ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait, yaitu:

- Data curah hujan (*Automatic Rainfall Recorder* / ARR). Data ini diperoleh dari Perum Jasa Tirta (PJT) I, Malang. Data yang didapat meliputi data curah hujan Stasiun Dampit, Stasiun Malang, Stasiun Poncokusumo, dan Stasiun Jabung tahun 2014-2018.
- Data debit (*Automatic Water Level Recorder* / AWLR). Data ini diperoleh dari Perum Jasa Tirta (PJT) I, Malang. Data yang didapat meliputi data debit banjir AWLR Tawangrejeni dan AWLR Gadang tahun 2014-2018.
- Data Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI). Data ini diperoleh melalui web Ina-Geoportal dari Badan Informasi Geospasial (BIG).
- Data peta DAS. Data ini meliputi koordinat stasiun hujan dan AWLR yang diperoleh dari Perum Jasa Tirta (PJT) I, dan peta DEM (*Digital Elevation Model*) Nasional yang diperoleh melalui web Ina-Geoportal dari Badan Informasi Geospasial (BIG).
- Data peta penggunaan lahan. Data ini diperoleh dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). Data yang didapat merupakan data peta penggunaan lahan DAS Lesti dan Gadang tahun 2014 dan 2018.

Alat bantu yang digunakan dalam studi ini antara lain:

- Perangkat lunak *Microsoft Excel* untuk menghitung pengujian data hujan dan debit, perhitungan hujan rerata daerah, dan analisis Hidrograf Satuan Pengamatan (HSP).
- Perangkat lunak *ArcGIS 10.3* untuk mendigitasi batas DAS dan peta dasar menjadi peta berbentuk perbandingan (penggunaan lahan).

2.2 Metode

Sebelum dilakukan penelitian, dikumpulkan data berupa data curah hujan (ARR), data debit (AWLR), serta data peta (peta topografi, peta RBI, peta DAS, dan peta penggunaan lahan). Data curah hujan dan data debit kemudian diolah dengan analisis kualitas data yang terdiri dari uji konsistensi, uji stasioner, dan uji outlier. Pada DAS Gadang, dianalisis hujan rerata daerahnya menggunakan metode Poligon Thiessen. Sesudah dianalisis kualitas data dan hujan rerata daerahnya, penelitian dilanjutkan dengan analisis hidrograf satuan pengamatan yaitu perhitungan hujan efektif, perhitungan metode Collins kemudian direkapitulasi. Data peta ditetapkan faktor fisiknya berupa luas DAS (A). Selanjutnya dapat dianalisis penggunaan lahan serta hubungan perubahan penggunaan lahannya dengan debit puncak dan waktu puncak.

2.3 Persamaan

2.3.1 Uji Konsistensi

Pengujian konsistensi data dibutuhkan untuk mengukur kebenaran data di lapangan yang tak dipengaruhi oleh kecacatan saat pengiriman atau pengukuran, sehingga data tersebut harus sepenuhnya menggambarkan fenomena hidrologi seperti keadaan asli di lapangan. Data hidrologi dapat disebut tidak konsisten bila terdapat perbedaan antara nilai pengukuran dengan nilai sebenarnya [5]. Uji konsistensi yang dilakukan adalah menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Metode ini dilakukan dengan cara menghitung nilai kumulatif penyimpangannya terhadap nilai rata-rata (*mean*).

$$S * k = \sum_{i=1}^k (Y_i - Y) \quad \text{Pers. 1}$$

$$S * o = 0 \quad \text{Pers. 2}$$

$$S ** k = \frac{S * k}{Dy} \quad \text{Pers. 3}$$

$$Dy^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - Y)^2}{n} \quad \text{Pers. 4}$$

Pengujian yang dimaksud adalah pengujian dengan kumulatif penyimpangan terhadap nilai rerata dibagi dengan akar kumulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya.

$$Q = \max |S ** k| \text{ untuk } 0 \leq k \leq n \quad \text{Pers. 5}$$

$$R = \max S ** k - \min S ** k \quad \text{Pers. 6}$$

2.3.2 Uji Stasioner

Untuk menguji kestabilan nilai varian dan nilai rata-rata, digunakan Uji F dan Uji t. Hipotesis nol dalam pengujian pasangan dua kelompok menentukan homogen atau tidaknya nilai varian dan rata-ratanya [6].

$$F = \frac{n_1 s_1 (n_2 - 1)}{n_2 s_2 (n_1 - 1)} \quad \text{Pers. 7}$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{\frac{1}{2}}} \quad \text{Pers. 8}$$

$$\sigma = \left(\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{Pers. 9}$$

2.3.3 Uji Outlier

Pendeteksian data terhadap *univariate* outlier dilakukan dengan menentukan batas atas dan batas bawah harga abnormalitas, dengan mengonversikan nilai data ke *z-scored* yang mempunyai nilai rerata (*mean*) sama dengan satu atau standar deviasi sama dengan satu [7].

$$Y_H = Y_{rerata} + Kn.Sd \quad \text{Pers. 10}$$

$$Y_L = Y_{rerata} - Kn.Sd \quad \text{Pers. 11}$$

$$X_H = 10^{Y_H} \quad \text{Pers. 12}$$

$$X_L = 10^{Y_L} \quad \text{Pers. 13}$$

2.3.4 Curah Hujan Rerata Daerah

Digunakan metode Poligon Thiessen (metode rata-rata timbang) dengan menggambarkan garis penghubung yang saling tegak lurus antar antar dua pos penakar hujan terdekat [6].

$$R = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad \text{Pers. 14}$$

$$R = \sum p_i R_i \quad \text{Pers. 15}$$

2.3.5 Hujan Efektif

Hujan yang mempunyai peluang terjadinya limpasan langsung dapat disebut hujan efektif, dan merupakan total hujan setelah dikurangi kehilangan (intersepsi, tampungan cekungan, infiltrasi, evaporasi, dan evapotranspirasi [3,8]. Indeks Infiltrasi (Indeks ϕ) adalah hujan rerata minimum yang menyebabkan keseimbangan antara volume aliran dengan volume hujan [9].

$$\text{Indeks } \phi = \frac{(\sum P - DRO)}{Td}, P \geq P_{\text{indeks}} \quad \text{Pers. 16}$$

$$P_e = P - \text{Indeks } \phi \quad \text{Pers. 17}$$

2.3.6 Hidrograf Satuan Pengamatan (HSP)

Hidrograf satuan dalam suatu DAS dapat digambarkan melalui analisis hitungan berbasis data hujan jam-jaman dengan debit rerata jam-jaman (hidrograf) akibat kejadian hujan tercatat. Analisis hidrograf satuan pengamatan dengan cara Collins diawali dengan sebuah hidrograf satuan hipotetik sebagai masukan awal hitungan iterasi berdasarkan konvergensi nilai volume hidrograf satuan [10]. Hubungan antara limpasan langsung dengan hujan efektif dapat dinyatakan dalam hubungan linier [6].

$$U_e = \frac{V.U^{**}}{3600 \cdot \sum U^{**}} \quad \text{Pers. 18}$$

$$U^{**} = \frac{U_i + F.U^*}{1 + F} \quad \text{Pers. 19}$$

$$U^* = \frac{dQ}{Re_{maks}} \quad \text{Pers. 20}$$

2.3.7 Uji Korelasi (*Pearson Product Moment*)

Korelasi Pearson dapat diartikan sebagai korelasi sederhana yang hanya mengimplikasikan satu variabel terikat (*dependen*) dengan satu atau lebih variabel bebas (*independen*). Korelasi yang dihasilkan berupa kekuatan hubungan linier antara dua variabel. Jika hasil hubungan dua variabel tidak linier, maka korelasi Pearson tersebut tidak mencerminkan hubungan dua variabel, walaupun kedua variabel memiliki hubungan yang kuat [11].

$$r = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad \text{Pers. 21}$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Kualitas Data

Analisis kualitas data diperlukan dalam data statistika berupa deret berkala seperti curah hujan dan data debit, tujuannya untuk mengetahui kualitas data hidrologi secara statistik karena memungkinkan adanya gangguan dalam proses pengambilan data di lapangan.

Tabel 1: Uji Kualitas Data Curah Hujan

No.	Nama Pos Stasiun	Uji RAPS	Uji Stasioner		Uji Outlier
			Uji F	Uji t	
1	St. Dampit	Konsisten	Stabil	Stabil	Tidak Menyimpang
2	St. Malang	Konsisten	Stabil	Stabil	Tidak Menyimpang
3	St. Poncokusumo	Konsisten	Stabil	Stabil	Tidak Menyimpang
4	St. Jabung	Konsisten	Stabil	Stabil	Tidak Menyimpang

Tabel 2: Uji Kualitas Data Debit

No.	Nama Pos AWLR	Uji RAPS	Uji Stasioner		Uji Outlier
			Uji F	Uji t	
1	AWLR Tawangrejeni	Konsisten	Stabil	Stabil	Homogen
2	AWLR Gadang	Konsisten	Stabil	Stabil	Homogen

3.2 Analisis Daerah Aliran Sungai (DAS)

Analisis daerah aliran sungai dilakukan untuk memperoleh faktor nilai seperti luas DAS.

Tabel 3: Rekapitulasi Luas DAS

DAS	Luas (km ²)
Lesti	378,850
Gadang	692,651

3.3 Analisis Hujan Rerata Daerah

Analisis hujan rerata daerah dilakukan untuk menunjang kebutuhan perhitungan pada metode selanjutnya. Karena DAS Gadang memiliki tiga pos stasiun hujan, maka digunakan metode Poligon Thiessen untuk menganalisis curah hujan rerata daerahnya.

Gambar 2: Poligon Thiessen DAS Gadang

Setelah mendapatkan luas daerah Thiessen yang mewakili tiap pos stasiun hujan maka dapat dihitung Koefisien Thiessen (K_r) tiap daerah, kemudian diaplikasikan dalam curah hujan jam-jaman DAS Gadang.

Tabel 4: Koefisien Thiessen DAS Gadang

Nama Pos Stasiun	Luas (km ²)	K_r
Stasiun Malang	371,321	0,536
Stasiun Jabung	212,040	0,306
Stasiun Poncokusumo	109,290	0,158
Jumlah	692,651	1,000

Tabel 5: Rekapitulasi Hujan Rerata Daerah DAS Gadang

KB 1		KB 2		KB 3		KB 4		KB 5	
Jam ke	$\bar{P}$ (mm)	Jam ke	$\bar{P}$ (mm)	Jam ke	$\bar{P}$ (mm)	Jam ke	$\bar{P}$ (mm)	Jam ke	$\bar{P}$ (mm)
15	3,0	14	0,9	19	1,1	15	11,790	15	11,6
16	20,3	15	30,0	20	3,7	16	7,660	16	10,8
17	2,8	16	5,6	21	6,7	17	13,790	17	6,8
18	0,5			22	3,3	18	1,400	18	2,1
19	0,3			23	8,6	19	1,850	19	0,2
				0	5,1			20	0,0
				1	4,1				
				2	0,5				

KB 6		KB 7		KB 8		KB 9		KB 10	
Jam ke	$\bar{P}$ (mm)	Jam ke	$\bar{P}$ (mm)	Jam ke	$\bar{P}$ (mm)	Jam ke	$\bar{P}$ (mm)	Jam ke	$\bar{P}$ (mm)
13	1,8	16	33,6	16	19,9	15	5,6	16	11,2
14	16,9	17	8,0	17	29,2	16	7,0	17	3,2
15	1,2	18	1,7	18	10,7	17	2,8	18	4,8
16	2,1	19	2,5	19	19,9	18	1,0	19	4,2
		20	1,7	20	8,8	19	0,5		
				21	4,2				

3.4 Analisis Hidrograf Satuan Pengamatan (HSP)

Hidrograf satuan berbeda dengan hidrograf banjir yang belum cukup mewakili DAS yang bersangkutan. Dilakukan penurunan hidrograf satuan dari banyak kasus banjir, kemudian dirata-ratakan untuk mendapatkan hidrograf satuan yang dapat dianggap mewakili DAS tersebut. Debit puncak dan waktu mencapai puncak hidrograf dirata-ratakan, sedangkan sisi resesi diperoleh melalui penarikan liku resesi rerata dengan memperhatikan kontrol antara volume hidrograf satuan dengan volume yang ditetapkan.

3.4.1 HSP Metode Collins DAS Lesti

Tabel 6: Rerata HSP Metode Collins DAS Lesti

HSP	Waktu Puncak (T_p)	Debit Puncak (Q_p)	Waktu Dasar (T_b)
	jam	$m^3/dt/mm$	jam
HSP-1	4	21,187	17
HSP-2	2	23,327	15
HSP-3	5	24,371	16
HSP-4	2	20,900	20
HSP-5	3	22,263	21
HSP-6	7	22,404	14
HSP-7	3	13,748	21
HSP-8	11	15,579	20
HSP-9	4	19,621	21
HSP-10	3	25,125	21
Rerata	4	20,852	19

Gambar 3: Grafik HSP Rerata Metode Collins DAS Lesti

3.4.2 HSP Metode Collins DAS Gadang

Tabel 7: Rerata HSP Metode Collins DAS Gadang

HSP	Waktu Puncak (Tp)	Debit Puncak (Qp)	Waktu Dasar (Tb)
	jam	m ³ /dt/mm	jam
HSP-1	4	40,650	23
HSP-2	2	112,816	10
HSP-3	7	27,938	17
HSP-4	4	29,722	25
HSP-5	5	34,149	23
HSP-6	3	29,452	22
HSP-7	4	30,651	21
HSP-8	5	25,088	19
HSP-9	4	37,008	23
HSP-10	3	46,293	16
Rerata	4	41,377	20

Gambar 4: Grafik HSP Rerata Metode Collins DAS Gadang

3.5 Analisis Tata Guna Lahan

Analisis perhitungan perubahan tata guna lahan pada studi ini dilakukan dengan meninjau 2 (dua) tahun, yaitu tahun awal (2014) dan tahun akhir (2018).

Gambar 5: Peta Tata Guna Lahan DAS Lesti Tahun 2014

Gambar 6: Peta Tata Guna Lahan DAS Lesti Tahun 2018

Gambar 7: Peta Tata Guna Lahan DAS Gadang Tahun 2014

Gambar 8: Peta Tata Guna Lahan DAS Gadang Tahun 2018

Dari Gambar 6 dan Gambar 7 serta Gambar 8 dan Gambar 9 terlihat terdapat perubahan penggunaan lahan sesuai dengan klasifikasi area yang ditentukan. Untuk mengetahui seberapa besar perubahan penggunaan lahan pada area yang ditinjau, dilakukan perhitungan dengan melihat hasil olahan *software ArcGIS 10.3* yang kemudian dikalkulasi hingga diperoleh perbandingan hasil.

3.5.1 Perhitungan Perubahan Tata Guna Lahan

Dari hasil pengolahan *ArcGIS 10.3* ditentukan 10-11 kelas untuk mempermudah perhitungan penggunaan lahan di kawasan DAS Lesti dan DAS Gadang dari tahun 2014 dan tahun 2018, yaitu Hutan Lahan Kering Sekunder, Hutan Tanaman Industri, Semak Belukar, Perkebunan, Pemukiman, Tanah Terbuka, Pertanian Lahan Kering, Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak, Sawah, Savana, dan Bandara.

Tabel 8: Perhitungan Tata Guna Lahan DAS Lesti Tahun 2014 dan Tahun 2018

No.	Tata Guna Lahan DAS Lesti	2014		2018		Perubahan Tata Guna Lahan 2014 - 2018 (%)
		Luas (km ²)	%	Luas (km ²)	%	
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	68,539	18,09	68,016	17,95	-0,14
2	Hutan Tanaman Industri (HTI)	16,201	4,28	16,199	4,28	0,00
3	Semak Belukar	5,099	1,35	2,301	0,61	-0,74
4	Perkebunan	10,809	2,85	10,810	2,85	0,00
5	Pemukiman	25,628	6,76	19,127	5,05	-1,72
6	Tanah Terbuka	0,443	0,12	0,490	0,13	0,01
7	Pertanian Lahan Kering	41,363	10,92	38,088	10,05	-0,86
8	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	99,353	26,22	109,317	28,85	2,63
9	Sawah	111,415	29,41	113,867	30,06	0,65
10	Luas Tak Teridentifikasi	0,000	0,00	0,635	0,17	0,17
Total Luasan (km ²)		378,850	100,00	378,850	100,00	
Luas DAS (km ²)		378,85		378,85		

Tabel 9: Perhitungan Tata Guna Lahan DAS Gadang Tahun 2014 dan Tahun 2018

No.	Tata Guna Lahan DAS Gadang	2014		2018		Perubahan Tata Guna Lahan 2014 - 2018 (%)
		Luas (km ²)	%	Luas (km ²)	%	
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	123,072	17,77	118,975	17,18	-0,59
2	Hutan Tanaman Industri (HTI)	93,245	13,46	93,253	13,46	0,00
3	Semak Belukar	15,207	2,20	16,685	2,41	0,21
4	Perkebunan	1,834	0,26	1,814	0,26	0,00
5	Pemukiman	106,713	15,41	132,115	19,07	3,67
6	Tanah Terbuka	0,016	0,00	0,245	0,04	0,03
7	Savana	0,177	0,03	0,177	0,03	0,00
8	Pertanian Lahan Kering	88,337	12,75	88,187	12,73	-0,02
9	Sawah	261,294	37,72	235,994	34,07	-3,65
10	Bandara	2,755	0,40	2,755	0,40	0,00
11	Luas Tak Teridentifikasi	0,001	0,00	2,451	0,35	0,35
Total Luasan (km ²)		692,651	100,00	692,651	100,00	
Luas DAS (km ²)		692,651		692,651		

3.6 Hubungan Perubahan Tata Guna Lahan dengan Debit Puncak dan Waktu Puncak

Berdasarkan keseluruhan analisis yang telah dilakukan, didapatkan hasil perubahan tata guna lahan terhadap debit puncak (Q_p) dan waktu puncak (T_p) di DAS Lesti dan DAS Gadang. Hasil akhir pada Tabel 10 dan Tabel 11 menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan mempengaruhi debit puncak dan waktu puncak kejadian banjir. Namun, secara statistik korelasi antara perubahan tata guna lahan dengan debit puncak dan waktu puncak hanya dapat menunjukkan kuat atau tidaknya pengaruh dari kedua variabel tersebut, sehingga uji korelasi dari masing-masing kawasan penggunaan lahan mendapatkan hasil yang berbeda.

Tabel 10: Perbandingan Hasil Q_p dan T_p Hidrograf Banjir dengan HSP Collins DAS Lesti

Data	Tahun			
	2014		2018	
	Q_p (m ³ /dt/mm)	T_p (jam)	Q_p (m ³ /dt/mm)	T_p (jam)
Hidrograf Banjir	135,120	4	266,820	3
Hidrograf Satuan Pengamatan Collins	21,187	4	25,125	3

Tabel 11: Perbandingan Hasil Q_p dan T_p Hidrograf Banjir dengan HSP Collins DAS Lesti

Data	Tahun			
	2014		2018	
	Q_p (m ³ /dt/mm)	T_p (jam)	Q_p (m ³ /dt/mm)	T_p (jam)
Hidrograf Banjir	351,100	4	131,050	3
Hidrograf Satuan Pengamatan Collins	40,650	4	46,293	3

Tabel 12: Hubungan TGL dengan Debit Puncak DAS Lesti

No	Penggunaan Lahan	R _{hitung}	Keterangan
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	-1	Tidak Korelasi
2	Hutan Tanaman Industri (HTI)	-1	Tidak Korelasi
3	Semak Belukar	-1	Tidak Korelasi
4	Perkebunan	1	Korelasi
5	Pemukiman	-1	Tidak Korelasi
6	Tanah Terbuka	1	Korelasi
7	Pertanian Lahan Kering	-1	Tidak Korelasi
8	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	1	Korelasi
9	Sawah	1	Korelasi
10	Luas Tak Teridentifikasi	1	Korelasi

Tabel 13: Hubungan TGL dengan Waktu Puncak DAS Lesti

No	Penggunaan Lahan	R _{hitung}	Keterangan
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	1	Korelasi
2	Hutan Tanaman Industri (HTI)	1	Korelasi
3	Semak Belukar	1	Korelasi
4	Perkebunan	-1	Tidak Korelasi
5	Pemukiman	1	Korelasi
6	Tanah Terbuka	-1	Tidak Korelasi
7	Pertanian Lahan Kering	1	Korelasi
8	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	-1	Tidak Korelasi
9	Sawah	-1	Tidak Korelasi
10	Luas Tak Teridentifikasi	-1	Tidak Korelasi

Tabel 14: Hubungan TGL dengan Debit Puncak DAS Gadang

No	Penggunaan Lahan	R _{hitung}	Keterangan
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	-1	Tidak Korelasi
2	Hutan Tanaman Industri (HTI)	1	Korelasi
3	Semak Belukar	1	Korelasi
4	Perkebunan	-1	Tidak Korelasi
5	Pemukiman	1	Korelasi
6	Tanah Terbuka	1	Korelasi
7	Savana	—	Tak Terdefinisi
8	Pertanian Lahan Kering	-1	Tidak Korelasi
9	Sawah	-1	Tidak Korelasi
10	Bandara	—	Tak Terdefinisi
11	Luas Tak Teridentifikasi	1	Korelasi

Tabel 15: Hubungan TGL dengan Waktu Puncak DAS Gadang

No	Penggunaan Lahan	R _{hitung}	Keterangan
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	1	Korelasi
2	Hutan Tanaman Industri (HTI)	-1	Tidak Korelasi
3	Semak Belukar	-1	Tidak Korelasi
4	Perkebunan	1	Korelasi
5	Pemukiman	-1	Tidak Korelasi
6	Tanah Terbuka	-1	Tidak Korelasi
7	Savana	—	—
8	Pertanian Lahan Kering	1	Korelasi
9	Sawah	1	Korelasi
10	Bandara	—	—
11	Luas Tak Teridentifikasi	-1	Tidak Korelasi

4. Kesimpulan

Perubahan penggunaan lahan di DAS Lesti dan Gadang dari tahun 2014 ke 2018 memiliki luas yang berbeda dari setiap kewasannya. Pada DAS Lesti, Hutan Lahan Kering Sekunder 68,539 km² menjadi 68,016 km² (turun 0,14%), pada DAS Gadang dari 123,072 km² menjadi 118,975 km². Pada DAS Lesti, Hutan Tanaman Industri 16,201 km² menjadi 19,199 km² (perubahan < 0,01% $\approx$ 0,00%), pada DAS Gadang 93,245 km² menjadi 93,253 km² (perubahan < 0,01% $\approx$ 0,00%). Pada DAS Lesti, Semak Belukar 5,099 km² menjadi 2,301 km² (turun 0,74%), pada DAS Gadang 15,207 km² menjadi 16,685 km². Pada DAS Lesti, Perkebunan memiliki luas tetap 10,809 km², pada DAS Gadang 1,834 km² menjadi 1,814 km² (perubahan < 0,01% $\approx$ 0,00%). Pada DAS Lesti, Pemukiman 25,628 km² menjadi 19,127 km² (turun 1,72%), pada DAS Gadang 106,713 km² menjadi 132,115 km² (naik 3,67%). Pada DAS Lesti, Tanah Terbuka 0,443 km² menjadi 0,490 km² (naik 0,01%), pada DAS Gadang 0,016 km² menjadi 0,245 km² (naik 0,03%). Pada DAS Gadang, Savana dan Bandara memiliki luas tetap 0,177 km² dan 2,755 km². Pada DAS Lesti, Pertanian Lahan Kering 41,363 km² menjadi 38,088 km² (turun 0,86%), pada DAS Gadang 88,337 km² menjadi 88,187 km² (turun 0,02%). Pada DAS Lesti, Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak 99,353 km² menjadi 109,317 km² (naik 2,63%). Pada DAS Lesti, Sawah 111,415 km² menjadi 113,867 km² (naik 0,65%), dan pada DAS Gadang 261,294 km² menjadi 235,994 km² (turun 3,65%).

Hubungan antara perubahan tata guna lahan dengan karakteristik hidrologi (debit puncak dan waktu puncak) pada DAS Lesti dan DAS Gadang menunjukkan nilai debit yang cenderung meningkat pada kedua DAS, ditinjau dari perbandingan tahun awal dengan tahun terakhir hasil perhitungan. Untuk debit puncak pada DAS Lesti dari 21,187 m³/dt/mm menjadi 25,125 m³/dt/mm (naik 19%), dan untuk debit puncak pada DAS Gadang dari 40,650 m³/dt/mm menjadi 46,293 m³/dt/mm (naik 14%). Kenaikan debit pada DAS terjadi karena berkurangnya kawasan Hutan Lahan Kering Sekunder dan peningkatan kawasan pemukiman pada area DAS, yang mengakibatkan berkurangnya daerah tangkapan hujan.

Daftar Pustaka

- [1] S. Baja, *Perencanaan Tata Guna Lahan dalam Pengembangan Wilayah – Pendekatan Spasial dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Andi Offset, 2012.
- [2] C. D. Soemarto, *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga, 1995.
- [3] V. T. Chow, D. R. Maidment, L. W. Mays, *Applied Hydrology*. Terjemahan. New York: McGraw-Hill Book Company, 1988.
- [4] T. Dunne and L. B. Leopold, *Water in Environmental Planning*. Terjemahan. San Fransisco: W. H. Freeman and Co.
- [5] Soewarno, *Hidrologi – Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid II*. Bandung, Penerbit NOVA, 1995
- [6] L. M. Limantara, *Rekayasa Hidrologi – Edisi Revisi*. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2018.
- [7] I. Ghozali, *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. Semarang: Badan Penerbit Diponegoro, 2004.
- [8] B. Triatmodjo, *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset, 2008.
- [9] I. Subarkah, *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma, 1980.
- [10] Y. Aurdin, “Pengaruh Perubahan Tataguna Lahan Terhadap Karakteristik Hidrograf Banjir (Studi Kasus DAS Kengkeng dan DAS Jlantah Bagian Hulu Bengawan Solo Kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah),” *Jurnal Tekno Global*, vol. 3, no. 2, pp. 1-13, Des. 2014.

- [11] W. R. Safitri, "Analisis Korelasi Pearson Dalam Menentukan Hubungan Antara Kejadian Demam Berdarah Dengue dengan Kepadatan Penduduk di Kota Surabaya Pada Tahun 2012-2014: Pearson Correlation Analysis to Determine The Relationship Between City Population Density with Incident Dengue Fever of Surabaya in The Year 2012-2014," *jikep*, vol. 2, no. 2, pp. 21-29, Sep. 2016.
- [12] Suhartanto, E., Haribowo, R. 2011. Application of Kagan-Rodda method for rain station density in Barito Basin Area of South Kalimantan, Indonesia. *Journal of Applied Technology in Environmental Sanitation* 1 (4) 2011.