

Analisis Perubahan Penutupan Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Debit Puncak di Sub Daerah Aliran Sungai Jelap, Kabupaten Sintang

Diah Auliyani¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengelolaan DAS, Surakarta; Jl. A. Yani-Pabelan, Surakarta e-mail: d_auliyani@yahoo.com

ABSTRAK

Informasi mengenai debit puncak sangat penting dalam perencanaan pembangunan infrastruktur. Debit puncak dapat diprediksi menggunakan data dari alat pengukur tinggi muka air yang di pasang di outlet Daerah Aliran Sungai (DAS). Namun demikian, tidak semua DAS memiliki alat tersebut, terutama yang berada pada daerah dengan tingkat aksesibilitas rendah. Teknologi penginderaan jauh dapat menggantikan cara tersebut dalam menyediakan data dan informasi sumberdaya alam maupun pemantauan lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan penutupan lahan terhadap debit puncak di Sub DAS Jelap. Sub DAS Jelap merupakan bagian dari DAS Kapuas yang berada di Kabupaten Sintang, Propinsi Kalimantan Barat. Data curah hujan diperoleh dari stasiun pengamatan curah hujan Bandara Susilo. Debit puncak dihitung menggunakan metode *Rational* dengan memanfaatkan data satelit penginderaan jauh berupa *Digital Elevation Model/ Shuttle Radar Topography Mission* (DEM/ SRTM). Selama 1990-2016, hutan lahan kering sekunder dan hutan rawa sekunder mengalami penurunan seluas 1298 ha dan 338 ha, sedangkan semak belukar, semak belukar rawa, pertanian lahan kering campur semak, perkebunan dan area pertambangan mengalami peningkatan sebesar 78 ha, 102 ha, 814 ha, 640 ha, dan 2 ha. Perubahan penutupan lahan tersebut telah meningkatkan koefisien *runoff* dengan rata-rata peningkatan sebesar 0,14%. Dengan luas daerah terbangun kurang dari 1%, debit puncak yang dihasilkan berdasarkan analisis spasial memiliki pola yang hampir sama dengan fluktuasi curah hujan maksimum. Hal ini menunjukkan bahwa dibandingkan faktor lainnya, curah hujan maksimum merupakan faktor yang sangat menentukan nilai debit puncak di Sub DAS Jelap.

Kata kunci: Penutupan lahan, curah hujan, debit puncak, Jelap, Sintang

English title: Analysis of land cover change and its impact on peak discharge in Jelap Sub-Watershed, Sintang District

ABSTRACT

Information on peak discharge is crucial in infrastructure development planning. Peak discharge could be predicted using data from water level gauges which installed at the watershed outlet. However, not all of the watersheds have such tools, especially those in areas with low accessibility levels. Remote sensing technology could replace such tools in providing data and information of natural resources as well as environmental monitoring. The objective of this research was to analyze the land cover change and its impact on peak discharge at Jelap Sub-Watershed. Jelap Sub-Watershed is part of Kapuas Watershed located in Sintang District, West Kalimantan Province. The rainfall data were collected from Susilo Airport Rainfall Station. Peak discharge was calculated using a rational method by utilizing remote sensing satellite data in the form of Digital Elevation Model/ Shuttle Radar Topography Mission (DEM/ SRTM). Throughout 1990-2016, the area of secondary dry land forest and secondary swamp forest declined by 1298 ha and 338 ha, while shrubs, swamp shrubs, mixed dry land agriculture, plantations, and mining areas increased by 78 ha, 102 ha, 814 ha, 640 ha, and 2 ha. The change in land cover has increased the runoff coefficient with 0,14% average increment. With built area less than 1%, the peak discharge generated spatially had a similar pattern with the fluctuation of maximum rainfall. Compared to other factors, the maximum rainfall was the most decisive factor to determine peak discharge in Jelap Sub-Watershed.

Keywords: Landcover, Rainfall, Peak discharge, Jelap, Sintang

Citation: Auliyani, D. (2018). Analisis perubahan penutupan lahan dan pengaruhnya terhadap debit puncak di Sub Daerah Aliran Sungai Jelap, Kabupaten Sintang. Jurnal Ilmu Lingkungan, 16(1),61-67, doi:10.14710/jil.16.1.61-67

1. Pendahuluan

Konversi hutan untuk tujuan pembangunan telah menjadi isu utama dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) (Wissmar, Timm, & Logsdon, 2004). Perubahan penutupan lahan tersebut dapat mengakibatkan perubahan debit aliran permukaan (Hutagaol & Hardwinarto, 2011) maupun perubahan iklim secara regional (Verburg, Neumann, & Nol, 2011). Dalam lingkup DAS, semakin sedikit luas penutupan hutan menyebabkan fungsi DAS sebagai pengatur tata air mengalami penurunan yang selanjutnya akan diikuti dengan peningkatan frekuensi banjir di daerah hilir (Cui, Liu, & Wei, 2012; Sriwongsitanon & Taesombat, 2011).

Informasi mengenai debit puncak sangat penting dalam perencanaan pembangunan infrastruktur seperti sistem drainase, jembatan, maupun perencanaan kegiatan restorasi DAS (Grimaldi & Petroselli, 2015). Pada dasarnya, debit puncak dapat diprediksi menggunakan alat pengukur tinggi muka air yang dipasang di outlet DAS (Basuki, Wijaya, & Adi, 2017), namun seringkali peralatan tersebut tidak tersedia pada DAS yang berlokasi di daerah dengan tingkat aksesibilitas rendah. Seiring dengan kemajuan teknologi, debit puncak dapat diestimasi secara spasial menggunakan data citra satelit penginderaan jauh (Trisakti, Teguh, & Susanto, 2008).

Sub DAS Jelap merupakan bagian dari DAS Kapuas yang secara administratif terletak di Kabupaten Sintang. Dalam Rencana Strategis Ditjen Pengelolaan DAS dan Hutan Lindung (PDASHL) tahun 2015-2019, DAS Kapuas merupakan salah satu

DAS kritis yang perlu dipulihkan daya dukungnya (Auliyani, 2017). Sampai saat ini, Sub DAS Jelap belum memiliki alat otomatis pengukur debit.

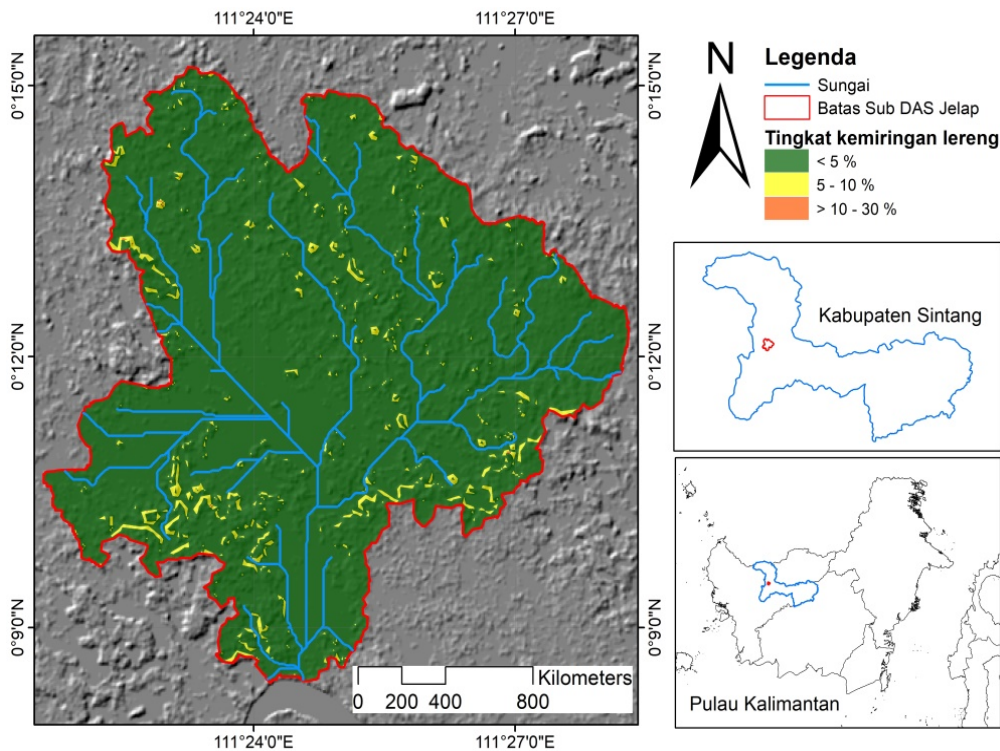
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perubahan penutupan lahan terhadap debit puncak di Sub DAS Jelap. Debit puncak dihitung menggunakan metode *Rational* dengan memanfaatkan data satelit penginderaan jauh berupa *Digital Elevation Model/ Shuttle Radar Topography Mission* (DEM/ SRTM).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Sub DAS Jelap, Kabupaten Sintang. Bahan yang digunakan meliputi data DEM/ SRTM, peta penutupan lahan, peta jenis tanah, dan data curah hujan harian. Penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

a. Penentuan batas Sub DAS dan alur sungai

DEM/ SRTM memiliki resolusi 30 m x 30 m yang merepresentasikan ketinggian dalam setiap pikselnya. Secara spasial, DEM/ SRTM dapat dipergunakan untuk menentukan tingkat kemiringan lereng, batas Sub DAS maupun jaringan sungai. Outlet Sub DAS ditentukan secara manual, yaitu pada percabangan alur Sungai Kapuas. Batas Sub DAS dapat ditentukan dengan metode kemiringan tercuram berdasarkan arah aliran sungainya (Trisakti et al., 2008), sedangkan penentuan jaringan sungai menggunakan metode Strahler (Strahler, 1964). Daerah tangkapan air dan tingkat kemiringan lereng Sub DAS Jelap dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tingkat kemiringan lereng dan jaringan sungai di Sub DAS Jelap
Sumber : Ekstraksi DEM/ SRTM

- b. Analisis curah hujan maksimum bulanan
 Dalam penelitian ini digunakan data curah hujan harian tahun 1998-2017 dari Stasiun pengamatan curah hujan Bandara Susilo Kabupaten Sintang (BMKG, 2018).
- c. Analisis perubahan penutupan lahan
 Peta penutupan lahan dapat diklasifikasi berdasarkan analisis citra satelit penginderaan jauh. Semakin tinggi resolusi citra, maka klasifikasi penutupan lahan yang dihasilkan akan semakin baik. Saat ini, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) telah menyediakan peta penutupan lahan yang dapat diakses secara bebas. Peta tersebut merupakan hasil analisis citra satelit beresolusi sedang. Dalam penelitian ini digunakan peta penutupan lahan tahun 2000 dan 2016 (Direktorat IPSDH, 2018).
- d. Penghitungan debit puncak
 Penghitungan debit puncak dilakukan dengan metode *Rational* (Pramono, Wahyuningrum, & Wuryanta, 2010). sebagai berikut :

$$I = \frac{R}{24} \cdot \left(\frac{24}{T_c}\right)^{0,67} \dots\dots\dots (2)$$

$$T_c = \frac{L^{1,15}}{7700 \cdot H^{0,885}} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

- Q_p = debit puncak (m3/detik)
- C = koefisien *run off*
- A = luas daerah aliran sungai (km²)
- I = intensitas hujan maksimum (mm/jam)
- R = hujan harian (mm)
- T_c = waktu konsentrasi (jam)
- L = panjang sungai utama (m)
- H = beda tinggi antara titik tertinggi dan terendah dalam daerah aliran sungai (m)

Koefisien *run off* (C) ditentukan berdasarkan komponen-komponen fisik tiap unit lahannya, seperti jenis tanah, tingkat kemiringan lereng, kerapatan drainase, dan kondisi penutupan lahan. Dalam penelitian ini, penentuan koefisien *run off* mengacu pada Tabel 1.

$$Q_p = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots (1)$$

Tabel 1. Tabel koefisien *run off*

Karakteristik DAS	Skor karakteristik yang menghasilkan aliran			
	100% (ekstrim)	75% (tinggi)	50% (normal)	25% (rendah)
1. Tingkat kemiringan lereng	>30% (40)	>10-30% (30)	5-10% (20)	<5% (10)
2. Infiltrasi	Tanpa penutupan lahan, solum tipis, infiltrasi sangat lambat (20)	Tekstur tanah liat, infiltrasi lambat (15)	Tekstur tanah liat, infiltrasi sedang (10)	Tekstur tanah pasir atau lainnya yang dapat menyerap air dengan cepat (5)
3. Penutupan lahan	Tidak ada penutupan lahan (20)	Sedikit sampai sedang tanaman pertanian, tanpa tanaman pertanian dan sedikit penutupan lahan alami (15)	Sebagian (50%) dari DAS tertutup oleh pepohonan dan rumput (10)	Tertutup oleh tanaman berkayu atau sejenisnya (5)
4. Kerapatan drainase	>8km/km ² (20)	3,2-8km/km ² (15)	1,6-3,2km/km ² (10)	<1,6km/km ² (5)

Sumber : (Cahyadi, Nugraha, Nurjani, Yananto, & Wijaya, 2012)

3. Hasil dan Pembahasan

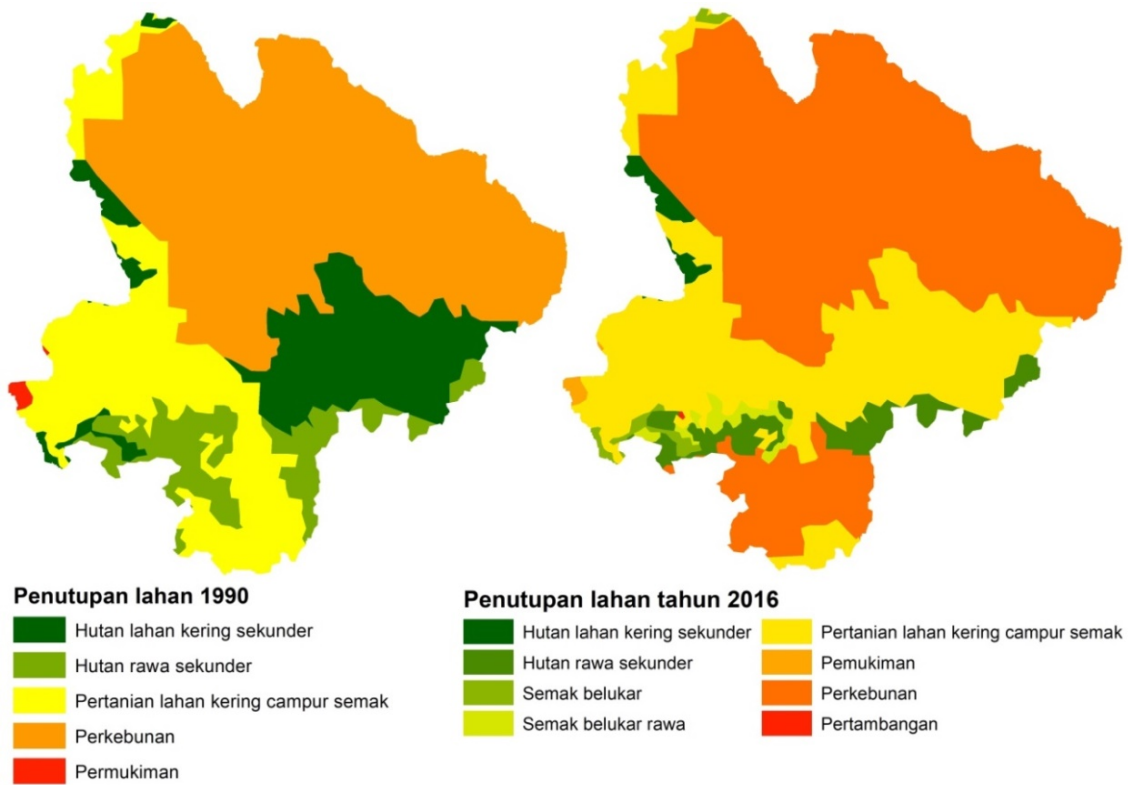
3.1. Perubahan penutupan lahan Sub DAS Jelap

Gambar 2 menunjukkan terjadinya perubahan penutupan dan penggunaan lahan di Sub DAS Jelap. Selama kurun waktu 1990 sampai dengan 2016, terjadi peningkatan luas semak belukar, semak belukar rawa, pertanian lahan kering campur semak, perkebunan, maupun pertambangan sebesar 78 ha, 102 ha, 814 ha, 640 ha, dan 2 ha. Di sisi lain, luas hutan lahan kering sekunder dan hutan rawa sekunder mengalami penurunan seluas 1298 ha dan 338 ha dalam kurun waktu yang sama.

Pengurangan luas hutan serta peningkatan luas pertanian lahan kering, semak belukar dan perkebunan dengan persentase yang cukup signifikan tersebut (Tabel 2) menyebabkan nilai

koefisien *runoff* berubah dari 0,41 pada tahun 1990 menjadi 0,45 pada tahun 2016. Dengan kata lain, dalam kurun waktu tersebut terjadi peningkatan koefisien *runoff* sebesar 0,14% per tahunnya. Tentu saja nilai tersebut sangat kecil dibandingkan dengan laju penurunan luas hutan dalam kurun waktu yang sama.

Faktor penutupan lahan yang memberikan dampak terhadap debit adalah penutupan vegetasi berupa pepohonan (Mughtar & Abdullah, 2007). Secara keseluruhan, hanya 0,3% dari kawasan sub DAS yang merupakan area terbangun, selebihnya masih tertutup pepohonan dan rerumputan. Dengan kondisi penutupan lahan seperti itu akan menghasilkan koefisien *run off* yang tergolong normal.



Gambar 2. Distribusi spasial penutupan lahan Sub DAS Jelap tahun 1990 dan 2016
 Sumber : (Direktorat IPSDH, 2018)

Tabel 2. Persentase penutupan lahan tahun 1990 dan 2016

No	Penutupan lahan	Tahun 1990		Tahun 2016	
		Ha	%	Ha	%
1	Hutan lahan kering sekunder	1401	16,18	103	1,19
2	Hutan rawa sekunder	725	8,37	387	4,47
3	Semak belukar	-	-	78	0,90
4	Semak belukar rawa	-	-	102	1,18
5	Pertanian lahan kering campur semak	1969	22,73	2783	32,13
6	Perkebunan	4542	52,44	5182	59,83
7	Permukiman	24	0,28	24	0,28
8	Pertambangan	-	-	2	0,02
Total		8661	100,00	8661	100,00

Sumber : Analisis peta penutupan lahan

3.2. Perubahan debit puncak Sub DAS Jelap

Berdasarkan ekstraksi DEM/ SRTM, Sub DAS Jelap meliputi area seluas 8661 ha tersebar pada ketinggian antara 25 hingga 63 mdpl. Hampir seluruh wilayahnya merupakan daerah yang datar dengan tingkat kemiringan lereng <5%. Jaringan sungai yang juga dihasilkan dari analisis spasial terhadap DEM/ SRTM menunjukkan bentuk membulat dengan kerapatan drainase sebesar 2,15 km/km². Panjang sungai utama sebesar 6,89 km dengan jumlah total panjang sungai yang ada di keseluruhan sub DAS sebesar 13,5 km.

Debit puncak berkaitan erat dengan waktu konsentrasi. Dalam berbagai penelitian, waktu

konsentrasi ini dipergunakan secara luas dalam mengestimasi nilai debit puncak dalam suatu DAS (Fang, Thompson, Cleveland, Pradhan, & Malla, 2008). Penghitungan waktu konsentrasi ini dapat dilakukan secara manual maupun otomatis. Fang et al (2008) menyebutkan bahwa tingkat deviasi kedua metode penghitungan tersebut sangat bervariasi tergantung pada keakuratan parameter yang digunakan. Dalam penelitian ini, waktu konsentrasi dihitung menggunakan persamaan 3 dengan hasil sebesar 0,29 jam (17,5 menit). Nilai tersebut menggambarkan waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh pada titik terjauh dari suatu DAS

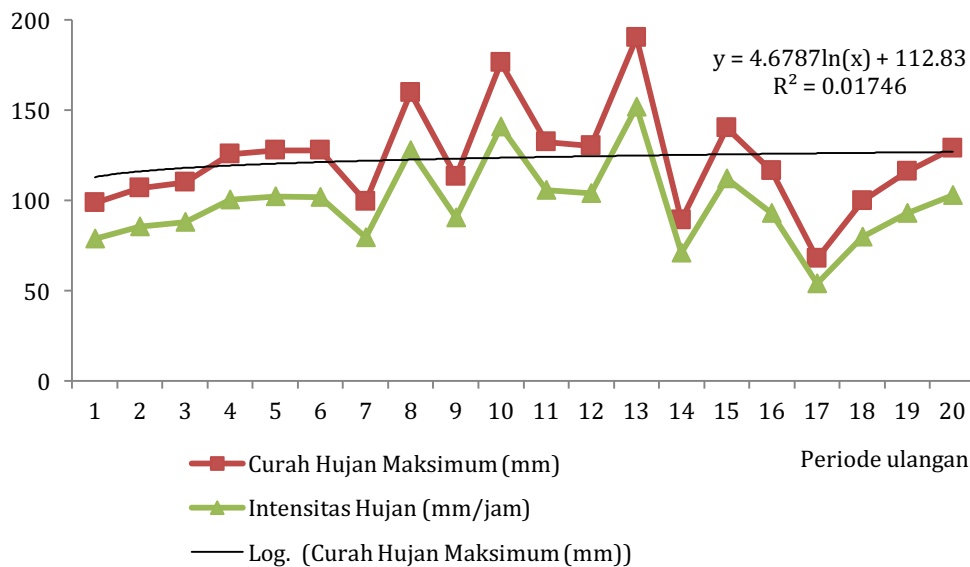
untuk mengalir menuju outletnya (Fang, Thompson, Cleveland, & Pradhan, 2007).

Berada dekat dengan garis katulistiwa, curah hujan di Sub DAS Jelap tergolong cukup tinggi. Curah hujan tetap terjadi meskipun pada saat musim kemarau. Berdasarkan data curah hujan maksimum bulanan selama 1998-2017 (BMKG, 2018), diketahui bahwa curah hujan maksimum tertinggi terjadi pada Bulan Februari 2010 sebesar 190 mm, sedangkan curah hujan maksimum terendah terjadi pada Bulan

Juli 2006 sebesar 6,6 mm. Untuk memprediksi debit puncak, data curah hujan yang tersedia dikonversi menjadi intensitas hujan (persamaan 2). Hasil penghitungan intensitas hujan disajikan dalam Tabel 3. Intensitas curah hujan di lokasi penelitian berfluktuasi mengikuti fluktuasi curah hujannya. Berdasarkan Gambar 3, diketahui bahwa *trendline* curah hujan maksimal mengalami peningkatan selama 20 tahun periode ulangan,

Tabel 3. Curah hujan dan intensitas hujan di Sub DAS Jelap dalam beberapa periode ulangan

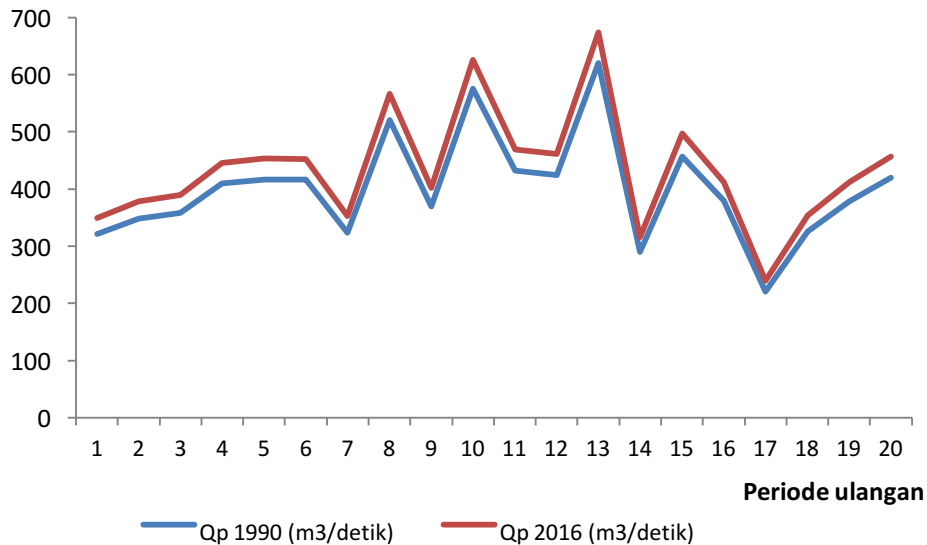
Periode Ulangan (tahun)	Curah Hujan Maksimum (mm)	Intensitas Hujan (mm/jam)	Periode Ulangan (tahun)	Curah Hujan Maksimum (mm)	Intensitas Hujan (mm/jam)
1	98,6	78,8	11	132,4	105,9
2	106,8	85,4	12	130	103,9
3	110	87,9	13	190	151,9
4	125,6	100,4	14	88,9	71,1
5	127,8	102,2	15	140	111,9
6	127,5	101,9	16	116,3	93,0
7	99,3	79,4	17	67,6	54,0
8	159,7	127,7	18	99,8	79,8
9	113,3	90,6	19	116	92,7
10	176,3	141,0	20	128,8	103,0



Gambar 3. Fluktuasi Curah hujan dan intensitas hujan di Sub DAS Jelap dalam beberapa periode ulangan
Sumber : Analisis data

Secara lengkap, debit puncak Sub DAS Jelap dalam kurun waktu 1998-2017 disajikan dalam Gambar 4. Fluktuasi debit puncak yang dihasilkan berdasarkan analisis spasial hampir memiliki pola yang sama dengan fluktuasi curah hujan maksimum. Gambar 4 memperlihatkan kenaikan debit puncak sebesar 8,7% selama 20 tahun periode ulangan. Dengan kata lain, perubahan penutupan yang terjadi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap

kenaikan debit puncak. Hal ini menunjukkan bahwa dibandingkan faktor lainnya, curah hujan maksimum merupakan faktor yang sangat menentukan nilai debit maksimum di Sub DAS Jelap. Sejalan dengan penelitian sebelumnya, jika dibandingkan dengan perubahan penutupan lahan, variasi iklim dalam hal ini adalah curah hujan, dapat memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap debit puncak (Pfister et al., 2003; Wahyu, Kuntoro, & Yamashita, 2010).



Gambar 4. Fluktuasi debit puncak di Sub DAS Jelap dalam beberapa periode ulangan
Sumber : Analisis data

4. Kesimpulan

Selama 1990-2016, luas hutan lahan kering sekunder dan hutan rawa sekunder mengalami penurunan, sedangkan semak belukar, semak belukar rawa, pertanian lahan kering campur semak, perkebunan dan area pertambangan mengalami peningkatan. Dalam kurun waktu tersebut, persentase area terbangun di Sub DAS Jelap sangat kecil, yaitu kurang dari 1%. Oleh karena itu perubahan lahan yang terjadi kurang berpengaruh terhadap nilai debit puncak. Berdasarkan penelitian ini, diketahui bahwa debit puncak berfluktuasi sesuai dengan fluktuasi curah hujan maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

Auliyani, D. (2017). Daerah bahaya banjir di Sub Daerah Aliran Sungai Sepauk dan Tempunak, Kabupaten Sintang Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 1(2), 83-95.

Basuki, T. M., Wijaya, W. W., & Adi, R. N. (2017). Specific peak discharge of two catchments covered by teak forest with different area percentages. *Forum Geografi*, 31(1), 118-127. <https://doi.org/https://doi.org/10.23917/forgeo.v31i1.3236>

BMKG. (2018). *Data Iklim Harian*. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Retrieved from http://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim

Cahyadi, A., Nugraha, H., Nurjani, E., Yananto, A., & Wijaya, M. S. (2012). Using remote sensing multi-temporal image to analyse the land use changes and its impact on the peak discharge in Garang Watershed Central Java. *Jurnal Matematika, Sains, Dan Teknologi*, 13(2), 73-79.

Cui, X., Liu, S., & Wei, X. (2012). Impacts of forest changes on hydrology: A case study of large watersheds in the upper reaches of Minjiang River watershed in China. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(11), 4279-4290. <https://doi.org/10.5194/hess-16-4279-2012>

Direktorat IPSDH. (2018). *Peta Penutupan Lahan Indonesia*. Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumberdaya hutan (IPSDH). Retrieved from webgis.menlhk.go.id

Fang, X., Thompson, D. B., Cleveland, T. G., & Pradhan, P. (2007). Variations of time of concentration estimates using NRCS Velocity Method. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 133(4), 314-322. Retrieved from <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%290733-9437%282007%29133%3A4%28314%29>

Fang, X., Thompson, D. B., Cleveland, T. G., Pradhan, P., & Malla, R. (2008). Time of concentration estimated using watershed parameters determined by automated and manual Methods. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 134(2), 202-211. <https://doi.org/10.1061/ASCE0733-94372008134:2202>

Grimaldi, S., & Petroselli, A. (2015). Do we still need the rational formula? An alternative empirical procedure for peak discharge estimation in small and ungauged basins. *Hydrological Sciences Journal*, 60(1), 67-77. <https://doi.org/10.1080/02626667.2014.880546>

Hutagaol, R. R., & Hardwinarto, S. (2011). Pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap debit limpasan pada Sub DAS Sepauk Kabupaten Sintang Kalimantan Barat. *Jurnal Kehutanan Tropika Humida*, 4(1), 111.

Muchtar, A., & Abdullah, D. N. (2007). ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI DEBIT SUNGAI MAMASA Analysis of Factors Influencing the River Discharge of Mamasa. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*, 2(1), 174-187.

Pfister, L., Drogue, G., El Idrissi, A., Humbert, J., Iffly, J. F., Matgen, P., & Hoffmann, L. (2003). Predicting peak discharge through empirical relationships between rainfall, groundwater level and basin humidity in the Alzette river basin (grand-duchy of Luxembourg). *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 51(3), 210-220. Retrieved from http://dlib.lib.cas.cz/4638/1/2003_51_3_pfister_210.pdf

Pramono, I. B., Wahyuningrum, N., & Wuryanta, A. (2010). Penerapan metode Rational untuk estimasi debit puncak pada beberapa luas Sub DAS. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, VII(2), 161-176.

Sriwongsitanon, N., & Taesombat, W. (2011). Effects of land cover on runoff coefficient. *Journal of Hydrology*, 410(3-4), 226-238. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.09.021>

Strahler, A. N. (1964). Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks. In *Handbook of Applied Hydrology* (pp. 4-39-76). New York: McGraw-Hill.

Trisakti, B., Teguh, K., & Susanto. (2008). Kajian distribusi spasial debit aliran permukaan di Daerah Aliran Sungai (DAS) berbasis data satelit penginderaan jauh. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 5, 45-55.

Verburg, P. H., Neumann, K., & Nol, L. (2011). Challenges in using

- land use and land cover data for global change studies. *Global Change Biology*, 17(2), 974-989. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02307.x>
- Wahyu, A., Kuntoro, A. A., & Yamashita, T. (2010). Annual and seasonal discharge responses to forest/ land cover changes and climate variations in Kapuas River Basin, Indonesia. *Journal of International Development and Cooperation*, 16(2), 81-100.
- Wissmar, R. C., Timm, R. K., & Logsdon, M. G. (2004). Effects of Changing Forest and Impervious Land Covers on Discharge Characteristics of Watersheds. *Environmental Management*, 34(1), 91-98. <https://doi.org/10.1007/s00267-004-0224-5>