

PENGARUH PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP DEBIT BANJIR DI DAS WINONGO DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Pradipta Nandi Wardhana, Sri Amini Yuni Astuti, dan Dadang Kurnia

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia

Email: pradipta.nw@uii.ac.id

Abstrak: Konversi tutupan lahan dari tutupan yang bersifat permeabel menjadi tutupan yang bersifat impermeabel terjadi di DAS Winongo setiap tahun. Konversi tutupan lahan tersebut berpengaruh terhadap debit limpasan langsung yang jumlahnya bertambah, dan mereduksi jumlah air yang mengalami infiltrasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perubahan tata guna lahan di DAS Winongo terhadap debit limpasan pada tahun 2002, 2007, dan 2013. Perubahan tata guna lahan diidentifikasi melalui analisis spektral citra Landsat untuk memperoleh parameter *curve number*. Penelitian ini bertujuan menganalisis hidrograf satuan sintetis dan hujan efektif dengan menggunakan metode *Soil Conservation Service* (SCS). Hasil analisis frekuensi data hujan harian menyerupai distribusi Log Pearson dan selanjutnya hujan harian maksimum didistribusikan ke dalam bentuk hujan jam-jaman dengan menggunakan metode *alternating block method* (ABM). Hasil studi ini menunjukkan bahwa parameter *curve number* (CN) mengalami peningkatan dari tahun ke tahun walaupun perubahan yang terjadi tidak signifikan. Secara berturut-turut nilai *curve number* (CN) adalah 78,958, 79,075, and 79,431 untuk tahun 2002, 2007, dan 2013. Nilai parameter *curve number* CN 100 menyatakan bahwa seluruh hujan yang jatuh pada tutupan lahan tersebut akan menjadi limpasan langsung. Peningkatan nilai *curve number* tersebut menyebabkan meningkatnya debit banjir. Debit puncak pada tahun 2002, 2007, dan 2013 berturut-turut adalah 184,65 m³/detik, 185,84 m³/ detik, dan 189,53 m³/ detik.

Kata kunci: tata guna lahan, *curve number*, debit puncak

EFFECT OF LAND COVER CHANGES ON FLOOD DEBIT IN THE WINONGO WATERSHED IN THE SPECIAL ADMINISTRATIVE REGION OF YOGYAKARTA

Abstract: The conversion of land cover from permeable cover to impermeable cover occurs in the Winongo watershed each year. The conversion of the land cover affects the increasing amount of direct runoff discharge, and reduces the amount of infiltrated water. This study was conducted to determine the effect of land use change in Winongo watershed to runoff discharge in 2002, 2007, and 2013. Land use change was identified through Landsat spectral image analysis to obtain the curve number parameter. This study aims to analyze the synthetic and rain unit hydrograph effectively by using Soil Conservation Service (SCS) method. The daily frequency analysis of the rainfall data resembles the Pearson Log distribution and then the maximum daily rainfall is distributed into hourly rain by using the alternating block method (ABM) method. The results of this study shows that the curve number (CN) parameter has increased from year to year although the changes are not significant. The curve number (CN) is 78,958, 79,075, and 79,431 for 2002, 2007, and 2013, respectively. The CN 100 curve number parameter value states that all rain falling on the land cover will become a direct runoff. Increasing the value of the curve number causes increased flood discharge. The peak debits in 2002, 2007, and 2013 were 184,65 m³ / sec, 185,84 m³ / sec, and 189,53 m³ / sec, respectively.

Keywords: *land use, curve number, peak discharge*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk memicu bertambahnya kebutuhan penduduk terhadap lahan yang akan digunakan untuk pemukiman, jasa, dan industri. Konversi penggunaan lahan untuk memenuhi kebutuhan tersebut menyebabkan bertambahnya tutupan lahan yang bersifat impermeabel. Konversi lahan tersebut menyebabkan bertambahnya limpasan air hujan dan mengurangi jumlah air yang mengalami infiltrasi. Pada penelitian kali ini dipilih daerah aliran sungai (DAS) Winongo dengan titik kontrol di Kretek sebagai objek penelitian. DAS Winongo terletak di Daerah Istimewa Yogyakarta yang beberapa tahun ini mengalami pertumbuhan yang sangat pesat.

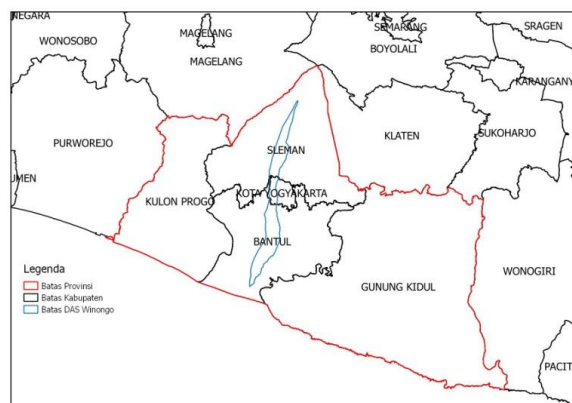
Saat ini, salah satu metode yang sering digunakan untuk melakukan kajian pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap debit adalah dengan melakukan identifikasi citra Landsat. Hasil identifikasi tutupan lahan tersebut dioverlay dengan peta kemiringan lahan, dan jenis tanah untuk mendapatkan parameter *curve number* yang mencerminkan kemampuan lahan untuk meresapkan air. Analisis parameter *curve number* tersebut dapat digunakan untuk melakukan berbagai kajian hidrologi berupa kajian *high flow* maupun kajian *low flow*.

Ideawati et al (2015) melakukan kajian perubahan parameter *curve number* DAS Lesti terhadap debit banjir di outlet Tawangrijeni pada tahun 2002 hingga tahun 2012. Studi tersebut menyatakan bahwa peningkatan nilai parameter *curve number* mengakibatkan peningkatan debit banjir. Studi mengenai pengaruh parameter *curve number* terhadap ketersediaan air dilakukan oleh Sandhyavitri et al (2015). Studi tersebut menjadikan DAS Siak sebagai objek kajian. Simulasi ketersediaan air tersebut dilakukan pada rentang waktu tahun 2002 hingga tahun 2012. Studi tersebut menyatakan bahwa peningkatan nilai parameter *curve number* menyebabkan debit ketersediaan air menurun akibat berkurangnya volume air yang meresap ke dalam tanah.

LOKASI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di DAS Winongo yang terletak di Daerah Istimewa Yogyakarta. DAS Winongo membentang di tiga (3) kabupaten/kota yaitu Kabupaten Sleman, Kota Yogyakarta dan Kabupaten Bantul. DAS Winongo memiliki luas 93,632 km². Peta DAS

Winongo dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Lokasi DAS Winongo

METODE PENELITIAN

Analisis Hujan Harian

Analisis hujan rencana dilakukan dengan menggunakan data pencatatan hujan harian dari delapan (8) stasiun hujan dari tahun 2002 hingga tahun 2013. Stasiun hujan tersebut antara lain Stasiun Kemput, Stasiun Beran, Stasiun Prumpung, Stasiun Gemawang, Stasiun Angin-angin, Stasiun Pajangan, Stasiun Beran, dan Stasiun Pundong. Nilai hujan kawasan dihitung dengan menggunakan metode Thiessen dan nilai hujan harian maksimum dengan kala ulang tertentu didapatkan dengan melakukan analisis frekuensi. Distribusi hujan jam-jaman dianalisis dengan menggunakan metode ABM.

Hujan Efektif

The Soil Conservation Service (telah mengembangkan metode untuk memisahkan bagian air hujan yang menjadi limpasan langsung, dan bagian air hujan yang mengalami infiltrasi dengan menggunakan persamaan berikut ini (SCS, 1972, dalam Chow 1988).

$$P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S} \quad (1)$$

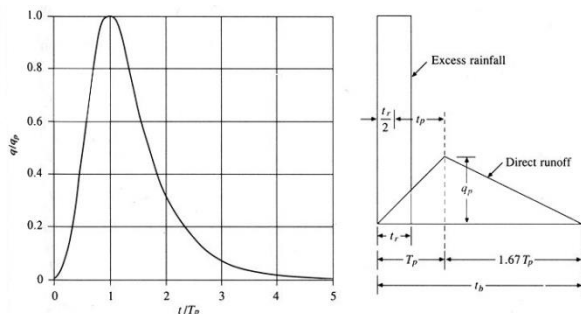
dengan P_e = kedalaman hujan efektif (mm), P = kedalaman hujan (mm), dan S = retensi potensial maksimum air oleh tanah, yang sebagian besar adalah karena infiltrasi (mm). Nilai retensi potensial maksimum dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \tag{2}$$

Dengan CN adalah *curve number* yang menyatakan tingkat permeabilitas suatu tutupan lahan. Nilai *curve number* mempunyai rentang antara 0-100. Nilai *curve number* 100 menyatakan bahwa air hujan yang jatuh pada tutupan lahan tersebut akan menjadi limpasan langsung seluruhnya, sedangkan nilai *curve number* 0 menyatakan bahwa seluruh air hujan yang jatuh pada tutupan lahan tersebut seluruhnya akan mengalami infiltrasi. Nilai *curve number* sendiri merupakan suatu fungsi yang menggambarkan karakteristik DAS. Karakteristik DAS yang mempengaruhi nilai *curve number* tersebut adalah jenis tutupan lahan, kemiringan lahan, dan jenis tanah. Pada penelitian ini, identifikasi tutupan lahan dilakukan dengan menggunakan citra landsat, dan peta jenis tanah didapatkan dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Yogyakarta.

Hidrograf Satuan Sintetis

Dalam penelitian ini hidrograf satuan sintetis (HSS) yang digunakan adalah HSS metode *Soil Conservation Service* (SCS). Hidrograf satuan sintetis metode SCS merupakan hidrograf tak berdimensi yang dikembangkan dari analisis terhadap hidrograf satuan sintetis di berbagai DAS yang memiliki berbagai ukuran dan terletak di lokasi yang berbeda. Penentuan ordinat HSS dengan metode SCS dapat dilakukan dengan menggunakan grafik yang terdapat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hidrograf Satuan *Soil Conservation Service* (SCS) (Sumber : Chow, 1988)

Besar debit puncak dan waktu untuk mencapai debit puncak dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

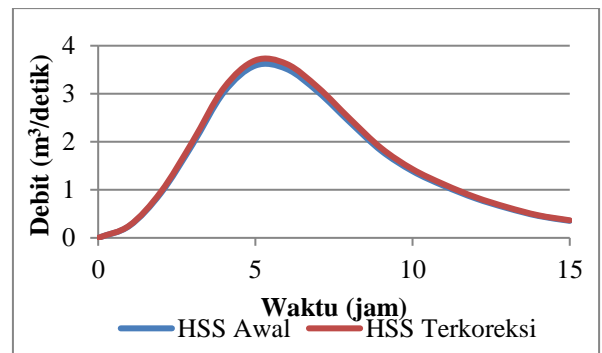
$$Q_p = \frac{0,208A}{p_r} \tag{3}$$

$$p_r = \frac{t_r}{2} + t_p \tag{4}$$

dengan Q_p = debit puncak (m³/detik), p_r = waktu puncak (jam), t_p = lag time, A = luas DAS (km²), dan t_r = durasi hujan efektif (jam).

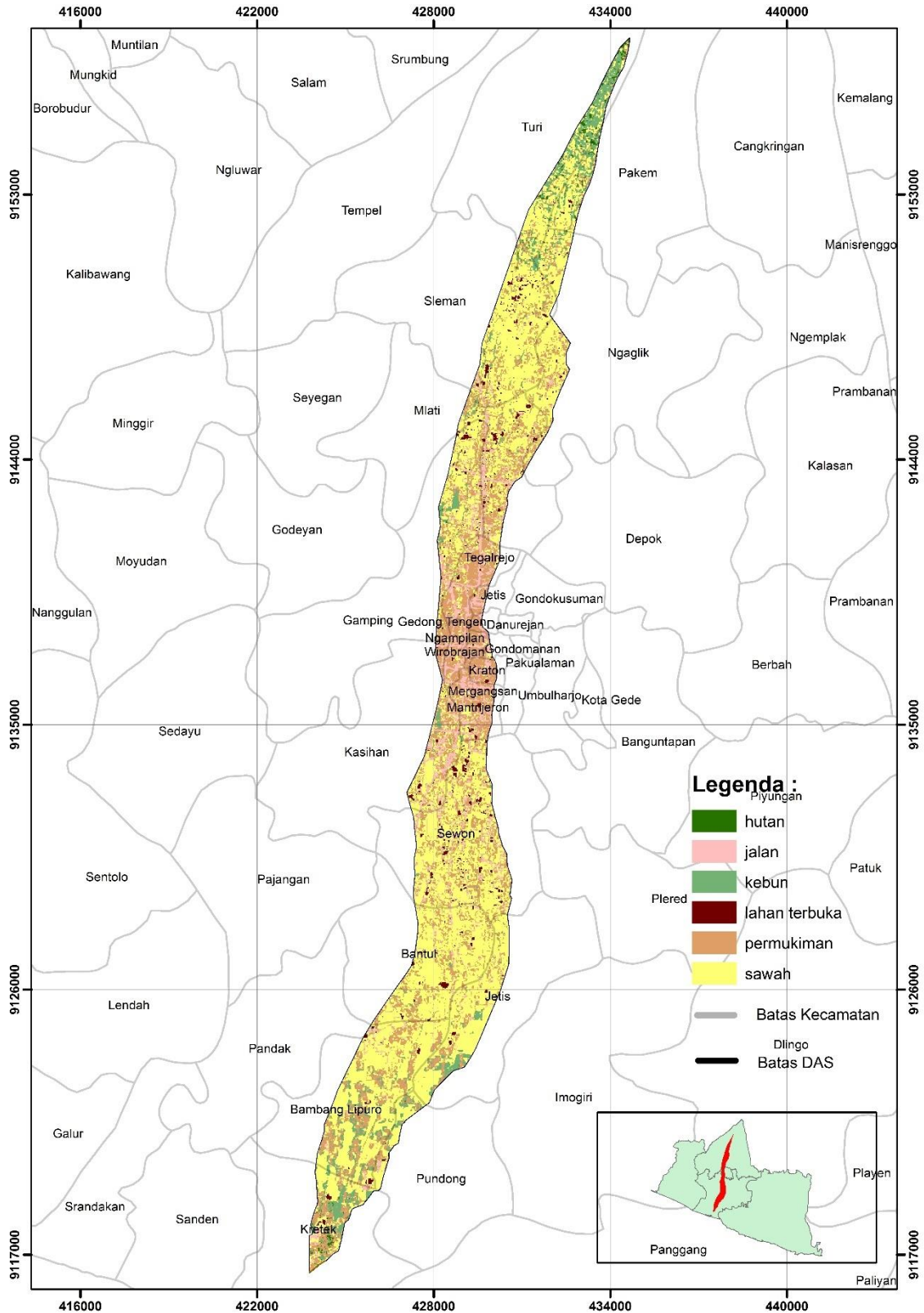
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, hidrograf satuan yang digunakan dihitung dengan menggunakan hidrograf satuan sintetis metode SCS, hasil analisis hidrograf satuan sintetis sebelum dan setelah dikoreksi dapat dilihat pada Gambar 3.

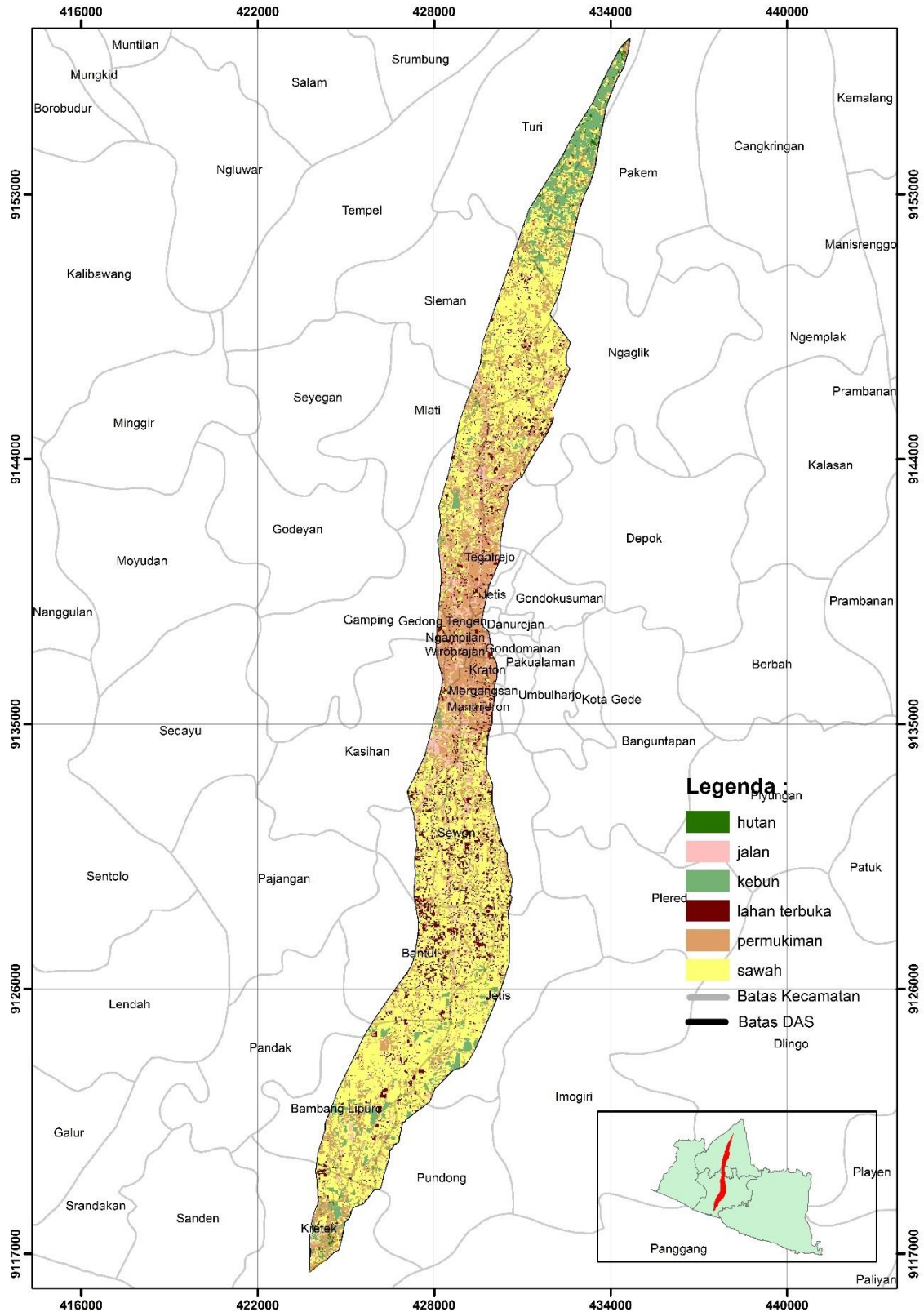


Gambar 3. Hidrograf Satuan Sintetis Awal dan Hidrograf Satuan Sintetis Terkoreksi DAS Winongo

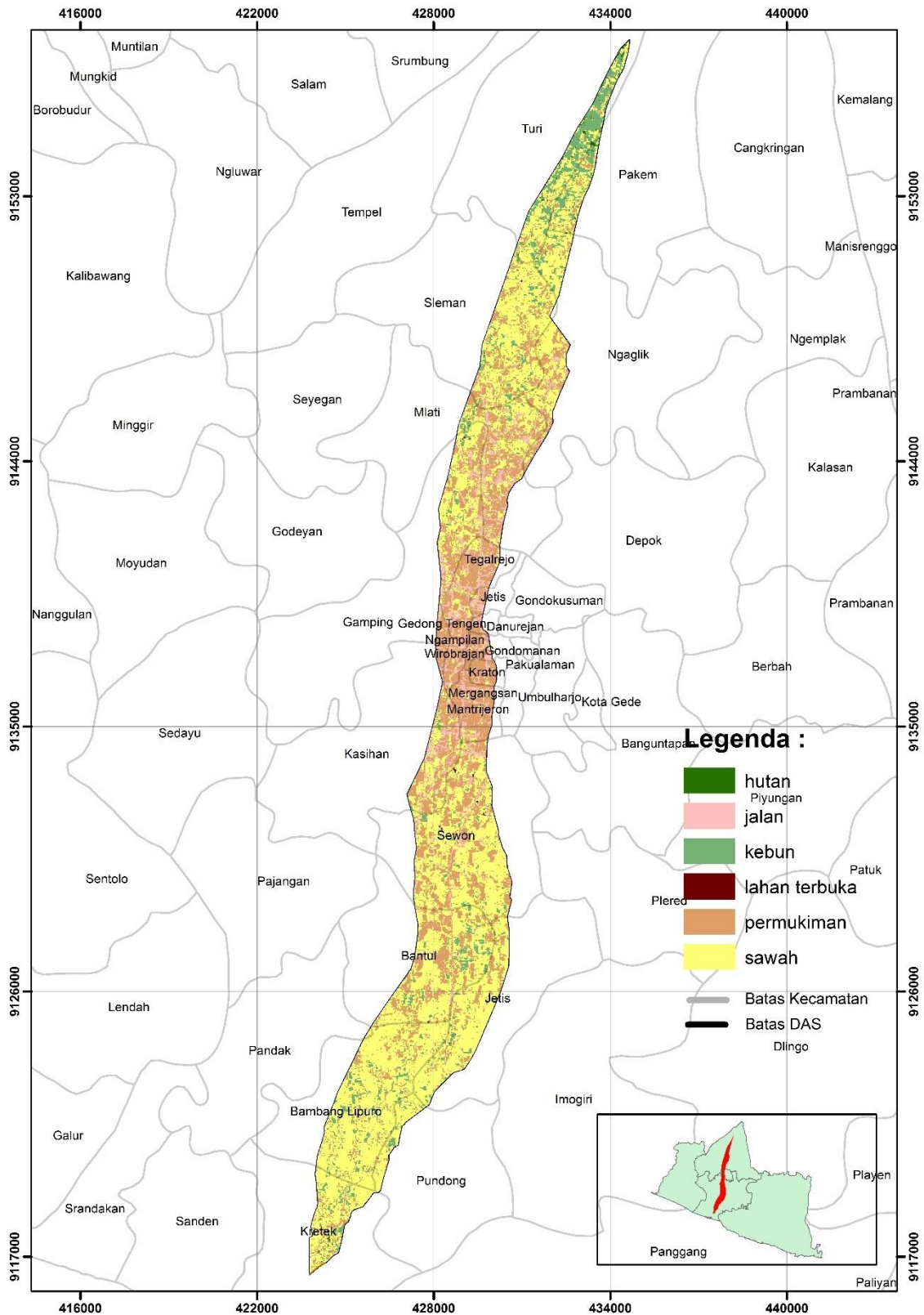
Berdasarkan hasil analisis frekuensi, intensitas hujan harian maksimum dengan kala ulang 25 tahunan adalah 158,797 mm/hari. Nilai hujan efektif dihitung dengan menggunakan nilai *curve number*. Parameter *curve number* dihitung dengan melakukan overlay peta tutupan lahan, peta kemiringan lahan, dan peta jenis tanah. Peta tutupan lahan diolah dari citra Landsat menggunakan program GIS. Citra Landsat tersebut diinterpretasikan ke dalam beberapa jenis tutupan lahan, antara lain lahan terbuka, hutan sawah, jalan, kebun, dan pemukiman. Hasil identifikasi tutupan lahan menunjukkan bahwa secara spasial pemukiman merupakan tutupan lahan yang paling dominan di Kota Yogyakarta, sedangkan di Kabupaten Bantul dan Kabupaten Sleman tutupan lahan didominasi oleh tutupan lahan berupa sawah. Identifikasi tutupan lahan hasil analisis spektral citra Landsat dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6. Persentase setiap jenis tutupan lahan dapat dilihat pada Gambar 7. Nilai *curve number* untuk tahun 2002, 2007, dan 2013 secara berturut-turut sebesar 78,958, 79,075, dan 79,431.



Gambar 4. Peta Penggunaan Lahan DAS Winongo Tahun 2002

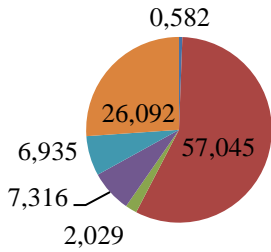


Gambar 5. Peta Penggunaan Lahan DAS Winongo Tahun 2007

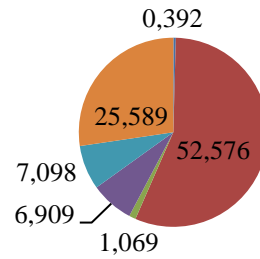


Gambar 6. Peta Penggunaan Lahan DAS Winongo Tahun 2013

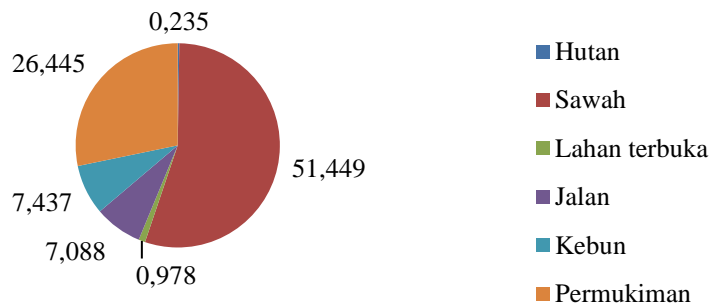
Persentase Penggunaan Lahan Tahun 2002



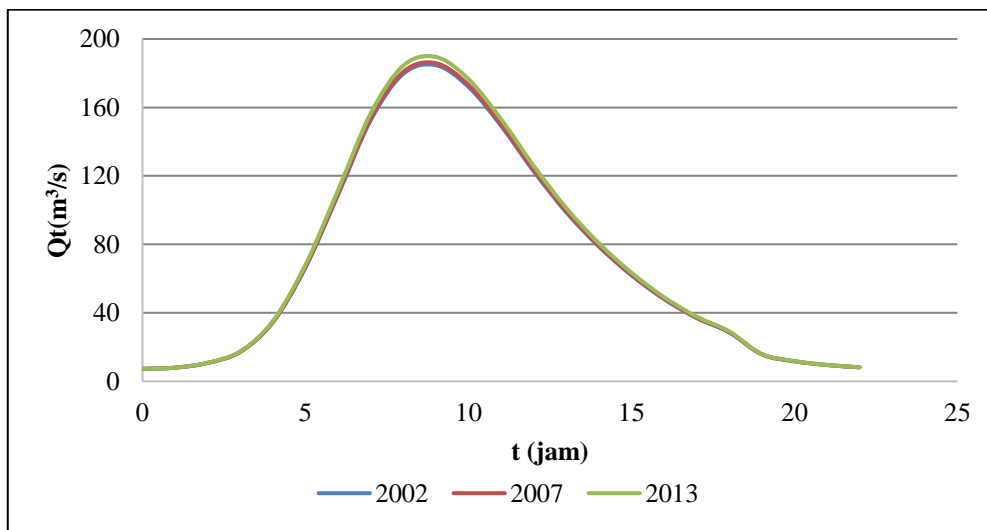
Persentase Penggunaan Lahan Tahun 2007



Penggunaan Lahan Tahun 2013



Gambar 7. Presentase Tata Guna Lahan di DAS Winongo pada Tahun 2002, 2007, dan 2013



Gambar 5. Hidrograf Banjir DAS Winongo pada Tahun 2002, 2007, dan 2013

Intensitas hujan efektif dihitung dengan menggunakan metode SCS untuk tahun 2002, 2007, dan 2013 secara berturut-turut sebesar 55,540 mm/hari, 55,916 mm/hari, dan 57,071 mm/hari. Nilai intensitas hujan efektif tersebut meningkat seiring dengan meningkatnya nilai parameter *curve number*. Kemudian hujan efektif tersebut ditransformasikan menjadi hujan jam-jaman dengan menggunakan metode

alternating block method (ABM). Berdasarkan perhitungan waktu konsentrasi hujan dengan menggunakan persamaan Kirpich, diperoleh waktu konsentrasi selama 8 jam. Distribusi hujan jam-jaman hasil analisis dengan menggunakan metode ABM dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi hujan jam-jaman

T (jam)	Intensitas Hujan (mm/jam)		
	2001	2007	2013
1	2,66	2,68	2,73
2	3,40	3,43	3,50
3	5,06	5,10	5,20
4	27,77	27,96	28,54
5	7,22	7,27	7,42
6	4,03	4,06	4,14
7	2,98	3,00	3,06
8	2,42	2,43	2,49
Total	55,54	55,92	57,07

Hidrograf debit banjir hasil perhitungan dengan menggunakan cara hidrograf satuan dapat dilihat pada Gambar 5. Debit puncak pada tahun 2002, 2007, 2013 berturut-turut adalah 184,65 m³/detik, 185,84 m³/detik, and 189,53 m³/detik. Nilai debit banjir tersebut mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya nilai parameter *curve number*.

SIMPULAN

Konversi tutupan lahan dari lahan yang bersifat permeable menjadi impermeable selalu terjadi setiap tahun. Dalam kajian hidrologi, khususnya dalam analisis *high flow*, bertambahnya tutupan lahan yang bersifat impermeable akan meningkatkan debit puncak banjir. Karakteristik kemampuan lahan untuk

menyerap air diekspresikan dengan parameter *curve number*. Dari hasil identifikasi tutupan lahan, nilai *curve number* DAS Winongo pada tahun 2002, 2007, dan 2013 mengalami peningkatan nilai *curve number* secara berturut-turut sebesar 78,958, 79,075, dan 79,431. Seiring dengan meningkatnya nilai *curve number* DAS Winongo, debit puncak DAS Winongo juga mengalami peningkatan menjadi 184,65 m³/detik, 185,84 m³/detik, and 189,53 m³/detik pada tahun 2002, 2007, dan 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V.T., Maidment, I., Mays, L.W. 1988. *Applied Hydrology*, McGraw Hill, New York
- Ideawati, L.N., Limantara, L.M., and Andawayanti, U. 2015. "Analisis Perubahan Bilangan Kurva Aliran Permukaan (*Runoff Curve Number*) Terhadap Debit Banjir di DAS Lesti" *Jurnal Pengairan*, Vol 6 No 1, pp 37-45
- Sandhyavitri, A, Sutikno, S., and Iqbal, M. 2015, "Analisis Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Ketersediaan Air di Daerah Aliran Sungai (DAS) Siak, Provinsi Riau", *Jurnal Teknik Sipil*, Vol 13 No 2, pp 45-55