

# Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Volume Runoff di Kawasan Perkotaan Yogyakarta Tahun 2008 – 2018

Isham Jibrán, Sola Tri Astuti, Fitria Nucifera

Masuk: 22 10 2021 / Diterima: 23 11 2021 / Dipublikasi: 01 12 2021

**Abstract** Yogyakarta Urban Area covers the entire area of Yogyakarta City and part of Sleman Regency and Bantul Regency. Every year land use changes, especially in Yogyakarta Urban Area, accompanied by changes in rainfall intensity. This study focuses on the relationship between land use change and runoff volume. Land use changes were classified using the unsupervised method based on Landsat 5 and 8 images with 5-year intervals (2008, 2013, and 2018). The maximum runoff volume is calculated using the SCS-CN method. The relationship between two results was analyzed using the Pearson correlation method. The results showed that during 2008 – 2018 the area of built-up land increased by 19.5% from 11,755.6 ha in 2008 to 14,059.5 ha in 2018. The runoff volume increased by 76.6% from 7,268.68 m<sup>3</sup> in 2008 to 12,837.63 m<sup>3</sup> in 2018. This is evidenced by the high significance of the correlation value below 5% with *t*-count greater than *t*-table. The *Y* correlation shows that if the built-up area increased by 100 ha, there will be an increase runoff volume of 76.09 m<sup>3</sup>. *Y* correlation for open land if increases by 100 ha, there is an increase runoff volume of 59.27 m<sup>3</sup>. On vegetation land, if the vegetated land increased by 100 ha, the runoff volume will increase by 54 m<sup>3</sup>. This shows that the wider use of built-up land, make the larger runoff volume.

**Key words:** Land Use; Runoff Volume; Yogyakarta Urban Area

**Abstrak** Kawasan Perkotaan Yogyakarta mencakup seluruh wilayah Kota Yogyakarta dan sebagian Kabupaten Sleman serta Bantul. Setiap tahunnya penggunaan lahan mengalami perubahan terutama pada Kawasan Perkotaan Yogyakarta, disertai dengan perubahan intensitas hujan. Penelitian ini berfokus pada hubungan perubahan penggunaan lahan dengan volume *runoff*. Perubahan penggunaan lahan diklasifikasikan menggunakan metode *unsupervised* berdasarkan citra Landsat 5 dan 8 dengan interval 5 tahunan (2008, 2013, dan 2018). Volume *runoff* maksimum dikalkulasi menggunakan metode SCS-CN. Hubungan kedua hasil tersebut dianalisis dengan metode korelasi *Pearson*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama tahun 2008 – 2018 luas lahan terbangun meningkat sebanyak 19,5% dari 11.755,6 ha pada tahun 2008 menjadi 14.059,5 ha pada tahun 2018. Volume *runoff* mengalami peningkatan sebanyak 76,6% dari 7.268,68 m<sup>3</sup> pada tahun 2008 menjadi 12.837,63 m<sup>3</sup> pada tahun 2018. Hal tersebut dibuktikan dengan tingginya signifikansi hasil nilai korelasi dibawah 5% dengan *t*-hitung lebih besar dari *t*-tabel. Korelasi *Y* menunjukkan jika lahan terbangun bertambah 100 ha maka terdapat kenaikan volume runoff sebanyak 76.09 m<sup>3</sup>. Korelasi *Y* untuk lahan terbuka jika bertambah 100 ha maka terdapat kenaikan volume *runoff* sebanyak 59.27 m<sup>3</sup>. Pada lahan vegetasi, jika luas lahan vegetasi bertambah 100 ha, volume *runoff* akan bertambah 54 m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa semakin luas penggunaan lahan terbangun maka volume *runoff* juga semakin besar.

**Kata kunci:** Penggunaan Lahan; Volume *Runoff*; Kawasan Perkotaan Yogyakarta

## 1. Pendahuluan

Proses urbanisasi tidak dapat dihindarkan dari perkembangan kehidupan manusia saat ini. Pada beberapa dekade terakhir telah terjadi percepatan laju urbanisasi terutama di negara berkembang (Chadchan & Shankar, 2009). Sebanyak 64 % negara berkembang di dunia diprediksikan akan mengalami urbanisasi pada tahun 2050 (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2015).

Urbanisasi memberikan dampak baik dan buruk. Pada proses urbanisasi terjadi transformasi dari lahan non-terbangun menjadi lahan terbangun sehingga berdampak pada kondisi fisik lahan (Patra et al., 2018). Perubahan penggunaan lahan yang terjadi akibat urbanisasi mengakibatkan berkurangnya tutupan vegetasi sehingga memicu peningkatan suhu permukaan, polusi udara, tingginya variabilitas hujan, peningkatan volume runoff, serta terganggunya neraca air (Liu Jianguo, 2005; Zhou et al., 2017).

Dampak hidrologi akibat perubahan penggunaan lahan di perkotaan merupakan permasalahan serius. Penambahan luas area kedap air di perkotaan berdampak pada penurunan kapasitas lahan dalam meresapkan air sehingga berakibat pada kenaikan volume runoff (He et al., 2013). Penilaian pengaruh urbanisasi terhadap volume runoff penting dilakukan untuk perencanaan perkotaan dan manajemen bencana khususnya banjir (Hu et al., 2020)

Kawasan perkotaan di Indonesia berkembang secara masif pada

beberapa dekade terakhir. Percepatan laju urbanisasi telah terjadi pada 21 propinsi di Indonesia pada tahun 2005, bahkan 10 propinsi mengalami laju urbanisasi lebih dari 40% termasuk diantara propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (Wilonoyudho et al., 2017). Oleh karena itu, propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta membutuhkan perhatian khusus dalam hal perubahan penggunaan lahan yang berkaitan dengan volume runoff.

Pusat lahan terbangun di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta terletak di Kawasan Perkotaan Yogyakarta. Menurut PERDA Provinsi DIY NO. 2 Tahun 2010, Kawasan Perkotaan Yogyakarta (KPY) merupakan penggabungan dari sebagian wilayah Kabupaten Sleman dan Bantul serta keseluruhan wilayah Kota Yogyakarta. Wilayah – wilayah tersebut memiliki berbagai jenis penggunaan lahan dengan berbagai fungsi. Berbagai penggunaan lahan memiliki respon yang berbeda terhadap hujan yang jatuh sehingga akan berdampak pada volume runoff (Sajikumar & Remya, 2015). Perubahan pada penggunaan lahan secara langsung akan berdampak pada perubahan runoff (Shang et al., 2019).

Metode SCS-CN merupakan salah satu metode yang umum digunakan untuk menghitung estimasi runoff. SCS-CN mempertimbangkan karakteristik lahan seperti karakteristik tanah, lereng, vegetasi dan penggunaan lahan (United States Department of Agriculture, 1986). Metode ini telah banyak digunakan untuk berbagai kajian mengenai runoff antara lain dampak penggunaan lahan terhadap runoff (He et al., 2013; Psomiadis et al., 2020) dan pengaruh

---

Isham Jibrán<sup>1</sup>, Sola Tri Astuti<sup>1</sup>, Fitria Nucifera<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup>Universitas AMIKOM Yogyakarta, Indonesia

[fnucifera@amikom.ac.id](mailto:fnucifera@amikom.ac.id)

kelerengan terhadap runoff (Mishra et al., 2014).

Penelitian ini berfokus pada identifikasi spasial dan temporal perubahan penggunaan lahan serta estimasi volume runoff menggunakan metode SCS-CN dalam kurun waktu tahun 2008 hingga 2018. Integrasi penginderaan jauh dan SIG diterapkan dalam penelitian ini untuk mengetahui hubungan antara perubahan penggunaan lahan dengan perubahan volume runoff. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap kajian

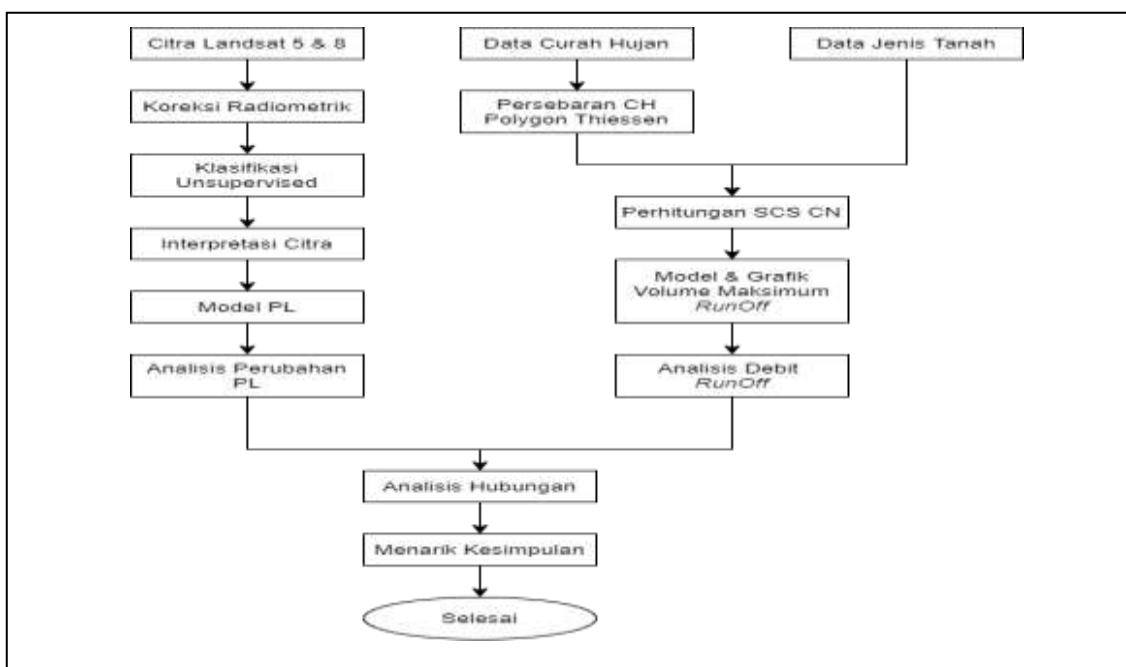
hidrologi perkotaan khususnya pada perkotaan yang mengalami percepatan laju urbanisasi.

**2. Metode**

Penelitian ini berfokus pada hubungan antara perubahan penggunaan lahan dengan volume *runoff*. Rincian perolehan data dan fungsi data yang digunakan dalam penelitian terdapat pada Tabel 1. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis. tersaji pada Gambar 1.

Tabel 1. Perolehan dan Fungsi Data

Jenis Data	Tahun	Sumber Data	Fungsi Data
Citra Landsat 5	2008	USGS	Klasifikasi Penggunaan Lahan
Citra Landsat 8	2013 & 2018	USGS	Klasifikasi Penggunaan Lahan
SRTM Yogyakarta	-	USGS	Pembuatan Hillshade & Kontur
Curah hujan wilayah per jam	2008, 2013, & 2018	BBWS	Penentuan pembagian hujan wilayah dan Perhiyungan SCS-CN
Shape file:			
Kawasan Perkotaan Yogyakarta	2019	Dinas Pertanahan dan Tata Ruang Daerah Istimewa Yogyakarta	Penentuan AOI
Daerah Istimewa Yogyakarta	-	BIG / Indonesia Geospatial Portal	Pembuatan Peta Administrasi



Gambar 1. Tahapan penelitian

### Pengolahan Data

Tahap pengolahan data meliputi koreksi radiometrik Citra Landsat 5 dan 8, serta klasifikasi penggunaan lahan dengan metode *unsupervised*. Data curah hujan yang digunakan didasarkan pada dekatnya stasiun hujan terhadap Kawasan Perkotaan Yogyakarta. Pengolahan data hujan menggunakan metode *Polygon Thiessen* untuk mengetahui persebaran curah hujan. Stasiun hujan yang digunakan yaitu stasiun hujan Pajangan, Karang Ploso, Bedukan, Nyemengan, Beran, Tanjung Tirta, Santan, Prumpung, Plataran, Gemawang, dan Godean. Perhitungan *runoff* menggunakan metode SCS-CN (*Soil Conservation Service Curve Number*) yang didasarkan pada persamaan neraca air dan terdapat dua hipotesis dasar. Pertama dengan menyamakan rasio aliran air permukaan langsung (Q) terhadap total curah hujan atau potensi tebal runoff maksimum (P) dengan rasio jumlah infiltrasi sebenarnya (F) dengan potensi maksimal ketahanan tanah atau retensi air (S). Hipotesis kedua yaitu menghubungkan abstraksi awal ( $I_a$ ) dengan potensi retensi maksimum. Perhitungan volume maksimum *runoff* pada analisis ini menggunakan metode SCS-CN dengan rumus sebagai berikut (United States Department of Agriculture, 1986):

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a) + I_a} \quad \dots(1)$$

Q = Tebal *Runoff* (mm)

$I_a$  = Abstraksi awal (*Initial Abstraction*)

P = Hujan harian (mm)

S = Volume dari total simpanan permukaan (*retention parameter*) (mm)

Pada abstraksi awal, hal tersebut termasuk pada vegetasi, *depression storage* (simpanan air yang disebabkan oleh kubangan/cekungan), evaporasi, dan infiltrasi. Hal – hal tersebut penting adanya sebelum terjadi *runoff*. Nilai dasar dari abstraksi awal tersebut diberi dengan perhitungan berikut:

$$I_a = 0.2 S \quad \dots(2)$$

Perhitungan tersebut dapat di sederhanakan menjadi tiga variabel saja seperti berikut:

$$Q = \frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)} \quad \dots(3)$$

Untuk menyederhanakan perhitungan kelembapan awal (*antecedent moisture condition*), penggunaan lahan dan konservasi tanah/tutupan vegetasi, US SCS menentukan besar S sebagai berikut:

$$S = 25.4 \frac{100}{CN} - 10$$
$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \dots(4)$$

Adanya *runoff* dipengaruhi oleh hujan (P) yang lebih besar dibandingkan dengan abstraksi awal ( $I_a$ ). Faktor yang penting dalam menentukan CN adalah *hydrologic soil group* (HSG) atau kelompok tanah hidrologi, jenis tutupan, *treatment*, kondisi hidrologi, dan kondisi *runoff* anteseden atau *antecedent runoff condition* (ARC). Faktor lainnya yang dapat dipertimbangkan yaitu apakah daerah yang tidak dapat menyerap air langsung terhubung dengan sistem drainase atau apakah aliran air menyebar pada area sebelumnya sebelum memasuki sistem drainase (tidak terkoneksi).

Volume laju *runoff* dipengaruhi oleh kondisi kelembapan tanah awal atau

*Antecedent Moisture Condition* (AMC). Dari hal tersebut, maka terdapat tiga susunan kondisi kelembapan tanah berdasarkan jumlah hujan selama 5 hari yang dibuat oleh *Soil Conservation Service* (SCS) (Triatmojo, 2010):

1. AMC I (*Antecedent Moisture Condition I*) merupakan analisa kondisi yang digunakan pada bulan kering atau kemarau. Kondisi ini menjelaskan tanah DAS dalam keadaan kering, *runoff* rendah, namun tidak mencapai titik layu, telah atau pernah ditanami dengan tanaman dengan hasil baik.
2. AMC II (*Antecedeng Moisture Condition II*) merupakan analisa kondisi yang mendeskripsikan kondisi tanah berada pada keadaan rata – rata atau *average condition*.
3. AMC III (*Antecedent Moisture Condition III*) merupakan analisa kondisi yang digunakan pada bulan basah atau musim hujan. Kondisi ini dideskripsikan dengan adanya hujan lebat atau ringan dan suhu temperatur yang rendah, tanah DAS jenuh air, dan *runoff* tinggi.

Kedua kondisi AMC tersebut (AMC<sub>I</sub> dan AMC<sub>III</sub>) sejalan engan CN atau *Curve Number* dan dapat dikalkulasi dengan perhitungan berikut (Triatmojo, 2010):

$$CN_I = \frac{4.2CN_{II}}{10 - 0.058CN_I} \dots(5)$$

$$CN_{III} = \frac{23CN_{II}}{10 - 0.13CN_{II}}$$

Setelah dilakukan perhitungan SCS – CN maka langkah selanjutnya yaitu menghitung volume maksimum dengan mengalikan luas area (acre) per poligon *Thiessen* yang telah dibuat dan digabungkan dengan data jenis tanah, CH, dan SCS-CN dengan nilai Q yang

telah dikonversi menjadi ft. Setelah dikalikan kemudian dikonversi lagi ke ft<sup>3</sup> lalu m<sup>3</sup> dan dibuat model serta grafiknya pada setiap tahun yang diteliti.

Sementara untuk membandingkan penggunaan lahan pada tahun 2008, 2013, dan 2018 menggunakan metode *unsupervised* dan citra landsat 5 serta 8. Hasil model dan grafik tersebut kemudian akan dianalisis korelasinya dengan metode analisis korelasi pearson dan akan dihubungkan dengan analisis perubahan penggunaan lahan. Analisis data diwujudkan dengan grafik linear hubungan antara penggunaan lahan dengan volume *runoff*. Korelasi pearson dinilai berdasarkan koefisien korelasi ( $r_{xy}$ ) yang berada pada nilai  $-1 < 0 < 1$  yang dimana apabila  $r = -1$  maka korelasi tersebut merupakan korelasi negatif sempurna yang menyatakan bahwa taraf signifikansi dari variable X terhadap variable Y sangat lemah. Jika  $r = 1$  maka korelasi relatif tersebut memiliki korelasi positif sempurna yang menandakan taraf signifikansi variable X terhadap variable Y sangat kuat (Sugiyono, 2006). Jika koefisien berada di angka 0 maka tidak adanya hubungan antara dua variable tersebut. Rumus 6 adalah rumus korelasi pearson:

$$r_{xy} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2}} \dots(6)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = \text{Jumlah data } x_i$$

$$\sum_{i=1}^n y_i = \text{Jumlah data } y_i$$

$$\sum_{i=1}^n x_i y_i = \text{Jumlah data } x \text{ dan } y_i$$

$$\sum_{i=1}^n x_i^2 = \text{Jumlah dari } x_i^2$$

$$\sum_{i=1}^n y_i^2 = \text{Jumlah dari } y_i^2$$

$n$  = Banyak sample  
 $r$  = Koefisien korelasi  
 $x$  = Variabel independen  
 $y$  = Variabel dependen

Hasil analisis tersebut akan dilakukan uji hipotesis korelasi dengan menggunakan tingkat kesalahan 5% (0.05) atau tingkatan kepercayaan sebanyak 95% dengan menggunakan uji hipotesis *two-tail* serta beberapa kriteria. Pengujian hipotesis menggunakan Uji-T sebagai penguji hipotesis korelasi koefisien dengan tingkat kesalahan 5% (Rumus 7). Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah variabel penggunaan lahan dengan volume *runoff* memiliki hubungan atau korelasi secara signifikan setiap tahunnya (Sugiyono, 2006). Pengujian P - value dilakukan dengan menghitung luasan daerah di bawah kurva normal. Perhitungan tersebut dilakukan pada excel.

$H_0: \rho = 0$  (Tidak memiliki hubungan antara variabel X dan Y)

$H_1: \rho \neq 0$  (Adanya hubungan antara variabel X dan Y)

$$t = \frac{r \times \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} \quad \dots(7)$$

$t$  = Nilai t-hitung

$r$  = Koefisien Korelasi

$n$  = Jumlah data pengamatan

$H_0$  diterima 0 jika  $t_{hitung} < t_{tabel}$  atau nilai sig. (Probabilitas)  $> 0.05$

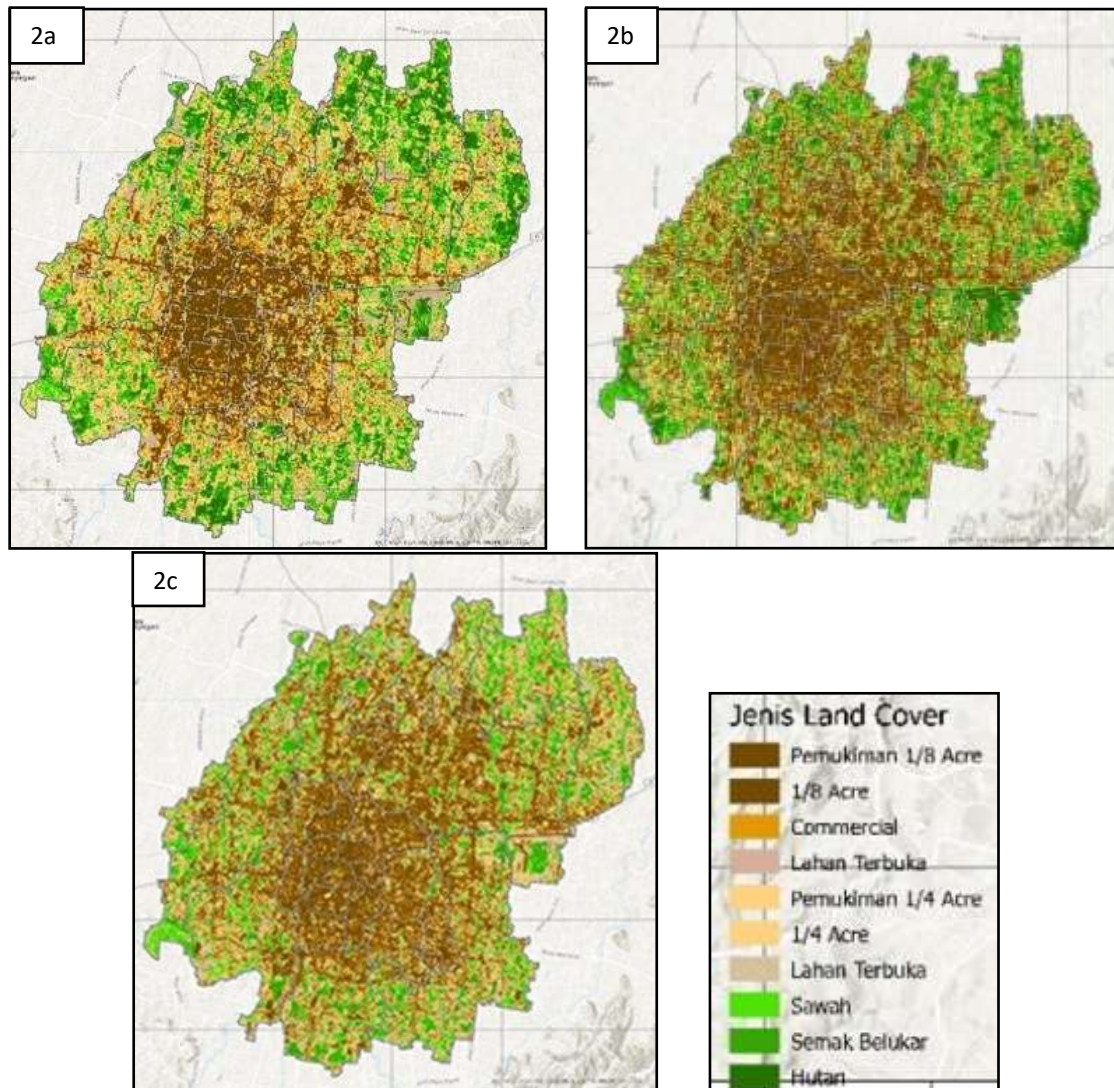
$H_0$  ditolak 0 jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$  atau nilai sig. (Probabilitas)  $< 0.05$

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Distribusi Spasial Temporal Penggunaan Lahan di Kawasan Perkotaan Yogyakarta

Penggunaan lahan di Kawasan Perkotaan Yogyakarta mengalami peningkatan yang tidak terlalu signifikan dari tahun ke tahun. Hal tersebut tetap berpengaruh terhadap keadaan lingkungan dalam menampung volume *runoff* terutama saat intensitas hujan tinggi. Penggunaan lahan pada penelitian ini didasarkan oleh tutupan lahan dari tahun 2008, 2013 dan 2018. Pada Gambar 2 terdapat perubahan secara spasial terutama pada jenis penggunaan lahan pemukiman dengan luas 1/8 acre (0,05 ha) dan 1/4 acre (0,1 ha). Lahan vegetasi mengalami perubahan menjadi beberapa lahan terbangun yaitu lahan komersial yang terkonsentrasi pada sekitar lahan vegetasi dekat dengan jalan, dan lahan pemukiman 0,05 ha serta 0,1 ha pada area sawah atau terkonsentrasi pada area pinggiran kota. Setiap tahunnya pemukiman 0,05 ha mengalami pertumbuhan, terlihat jelas dengan warna coklat tua muncul pada daerah pinggiran Kota Yogyakarta, yaitu pada Kecamatan Kasihan, Mlati, Sewon, Banguntapan dan Depok.





Gambar 2. (a) Penggunaan Lahan Tahun 2008; (b) Penggunaan Lahan Tahun 2013; (c) Penggunaan Lahan Tahun 2018



Gambar 3. (a) Bangunan Pemukiman 1/4 Acre (0,1 ha); (b) Bangunan Pemukiman 1/8 Acre (0,05 ha); (c) Bangunan Commercial

Pemukiman 1/8 acre memiliki ukuran tanah  $\leq 0,05$  ha (Gambar 3b). Pemukiman dapat berupa sebuah rumah dengan minim halaman atau

tidak memiliki halaman dengan ukuran tersebut (*Town House*). Pemukiman 1/4 acre (Gambar 3a) memiliki ukuran tanah  $\pm 0,1$  ha dan memiliki halaman

yang cukup luas atau setidaknya terdapat halaman. Area komersil memiliki ukuran yang bervariasi, namun dicirikan dengan bangunan berdempet minim area terbuka dan/atau terdapat tutupan semen atau *paving block* untuk area parkir/untuk *pedestrian* (Gambar 3c). Perubahan penggunaan lahan terdapat pada lahan vegetasi sawah di area sub-urban (Gambar 2a dan 2b), lahan sawah mengalami penurunan dan mulai menghilang di tahun 2018 (Gambar 2c). Area sawah berubah menjadi lahan terbangun seperti pemukiman, komersial, atau lahan terbuka. Bentuk pola lahan terbangun memusat pada pusat kota. Pertumbuhan lahan terbangun terlihat mengarah ke wilayah Kabupaten Sleman tepatnya di Kecamatan Depok dan Ngaglik.

Nilai luasan penggunaan lahan menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan (Tabel 2), sehingga

dilakukan penyederhanaan karena hasil klasifikasi penggunaan lahan hanya menggunakan interpretasi citra dengan resolusi rendah (Tabel 3 dan Gambar 4). Lahan terbangun setiap tahun semakin meningkat disertai dengan lahan vegetasi yang menurun. Hal ini sesuai dengan penurunan vegetasi berupa lahan sawah pada area pinggiran kota yaitu area Bantul (Kecamatan Banguntapan, Sewon, Kasihan,) dan Sleman (Kecamatan Gamping, Mlati, Ngaglik, Depok, Ngemplak). Luas penggunaan lahan tertinggi yaitu lahan terbangun dengan luasan 14.059,5 ha (tahun 2018) dan terendah yaitu lahan terbuka dengan luasan 400,8 ha (tahun 2013). Hal ini serupa dengan peningkatan pemukiman dengan luasan tanah 1/8 acre (0,05 ha) pada area pinggiran kota yang memusat ke pusat kota dan juga berupa konversi lahan vegetasi menjadi pemukiman.

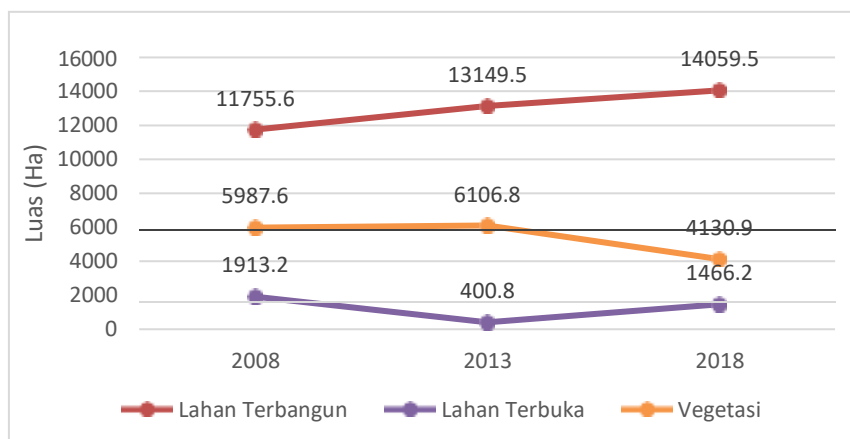
Tabel 2. Rekapitulasi Luas Penggunaan Lahan Berdasarkan Jenisnya di KPY Tahun 2008 – 2018

Jenis <i>Land Cover</i>	Luas (Ha)		
	2008	2013	2018
<i>Commercial</i>	2.701,9	4.665,3	4.241,4
Hutan	1.236,8	1.482,7	1.562,7
Lahan Terbuka	1.913,2	400,8	1.466,2
Pem. 1/4 Acre	5.039,8	3.881,1	5.381,1
Pem. 1/8 Acre	4.013,9	4.603,2	4.437,1
Sawah	2.666,8	2.256,5	0
Semak Belukar	2.083,9	2.367,5	2.568,2

Tabel 3. Luas Penggunaan Lahan Berdasarkan Jenisnya di KPY Tahun 2008-2018

Jenis <i>Land Cover</i>	Luas (Ha)		
	2008	2013	2018
Lahan Terbangun	11.755,6	13.149,5	14.059,5
Lahan Terbuka	1.913,2	400,8	1.466,2
Vegetasi	5.987,6	6.106,8	4.130,9





Gambar 4. Perubahan Luas Penggunaan Lahan di KPY Tahun 2008 – 2018

### Distribusi Spasial Temporal Runoff di Kawasan Perkotaan Yogyakarta

Terdapat fluktuasi volume *runoff* maksimum di Kawasan Perkotaan Yogyakarta, terdapat peningkatan dan penurunan volume *runoff* pada beberapa stasiun hujan. Area stasiun hujan Gemawang memiliki peningkatan volume *runoff* yang cukup signifikan dan nilai volume tertinggi pada lahan terbangun dibandingkan dengan stasiun lainnya (Tabel 4). Hal tersebut juga terlihat dari semakin gelapnya area stasiun Gemawang (Gambar 5). Area stasiun hujan Bedukan mengalami peningkatan secara keseluruhan, terdapat perbedaan warna yang semakin gelap dari tahun 2013 ke 2018 (Gambar 5b dan 5c). Stasiun hujan Plataran juga mengalami peningkatan, terutama pada lahan terbangun yang meningkat pesat dari tahun 2013 ke 2018 (Gambar 5b dan 5c). Adanya peningkatan volume *runoff* pada stasiun Gemawang, Plataran dan Bedukan sesuai dengan peningkatan perubahan penggunaan lahan yang terkonsentrasi di area utara atau Kabupaten Sleman, terutama pada area sub-urban Kota Yogyakarta.

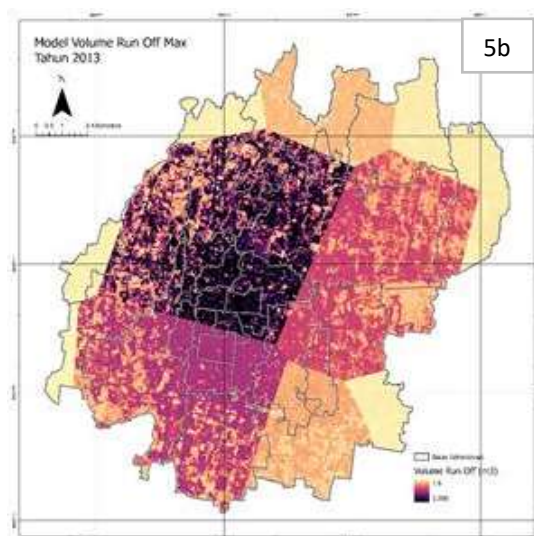
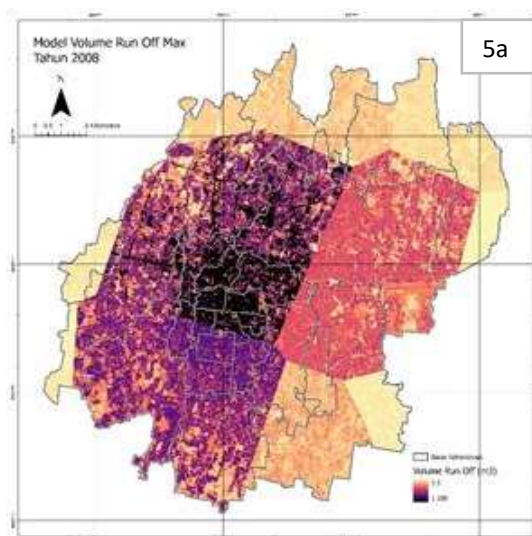
Terdapat juga area yang mengalami penurunan volume *runoff* yaitu pada area stasiun hujan Pajangan (Tabel 4). Area stasiun hujan Nyemengan, Tanjung Tirta, Santan, Beran dan Prumpung mengalami fluktuasi nilai volume tiap tahunnya (Tabel 4). Penurunan tersebut mengakibatkan perubahan pada area selatan dan timur serta meningkat pada kawasan utara Kawasan Perkotaan Yogyakarta meliputi Kecamatan Mlati, Kalasan, Ngaglik, Depok, dan Ngemplak. Selain itu, penurunan volume *runoff* dipengaruhi oleh meningkatnya kawasan lahan terbuka pada tahun 2018 dan menurunnya lahan vegetasi (Gambar 4). Hal tersebut menyebabkan mudahnya infiltrasi dan mengurangi volume *runoff*. Sebagian besar sebaran spasial dengan area paling gelap berada di Kota Yogyakarta. Pada peta penggunaan lahan (Gambar 2a), terlihat bahwa kawasan tersebut merupakan pemukiman 1/8 acre (0,05 ha) /kurang atau lahan terbangun. Area cakupan stasiun Tanjung Tirta memiliki volume *runoff* terendah jika dibandingkan dengan stasiun hujan lainnya (Tabel 4). Hal ini sesuai dengan

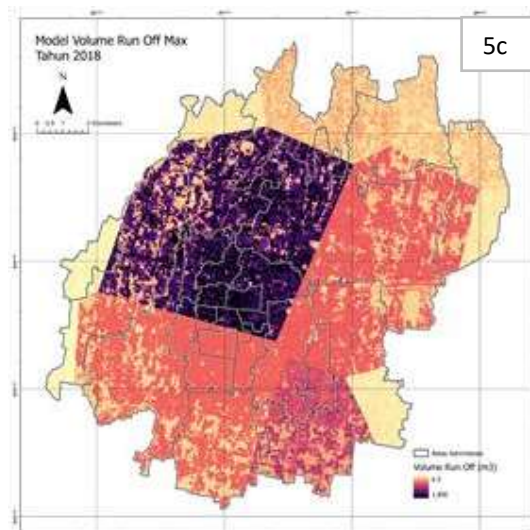
penggunaan lahan pada area tersebut (Gambar 2a) masih terdapat banyak

vegetasi terutama lahan sawah, dan semak belukar.

Tabel 4. Volume *Runoff Max* pada setiap stasiun hujan

Nama Stasiun	Tahun	Volume <i>Runoff</i>		
		Lahan Terbangun	Lahan Terbuka	Vegetasi
Bedukan	2008	551,84	131,17	358,95
	2013	1.070,86	37,17	541,17
	2018	2.394,22	320,12	740,84
Beran	2008	167,56	39,67	318,98
	2013	142,25	7,53	178,79
	2018	235,46	87,73	189,59
Gemawang	2008	2.397,48	275,88	470,93
	2013	4.352,49	125,35	897,92
	2018	4.584,18	200,74	615,89
Godean	2008	143,38	23,01	58,42
	2013	184,44	2,35	90,61
	2018	121,34	13,57	39,89
Karang Ploso	2008	101,83	23,29	83,54
	2013	188,51	5,61	118,62
	2018	242,96	32,28	102,98
Nyemengan	2008	2.060,81	289,04	819,25
	2013	2.886,86	84,01	905,11
	2018	1.849,73	142,99	366,65
Pajangan	2008	51,73	10,81	91,71
	2013	44,94	1,64	105,56
	2018	41,96	14,56	48,96
Plataran	2008	158,28	30,76	201,57
	2013	205,24	6,71	223,02
	2018	493,20	109,34	253,25
Prumpung	2008	278,28	36,72	322,91
	2013	742,01	13,53	684,24
	2018	729,60	157,11	297,17
Santan	2008	1.322,96	286,26	538,04
	2013	2.402,61	75,00	934,25
	2018	1919,58	214,40	402,14
Tanjung Tirto	2008	34,54	10,83	69,98
	2013	138,96	9,75	240,88
	2018	225,41	98,16	115,29





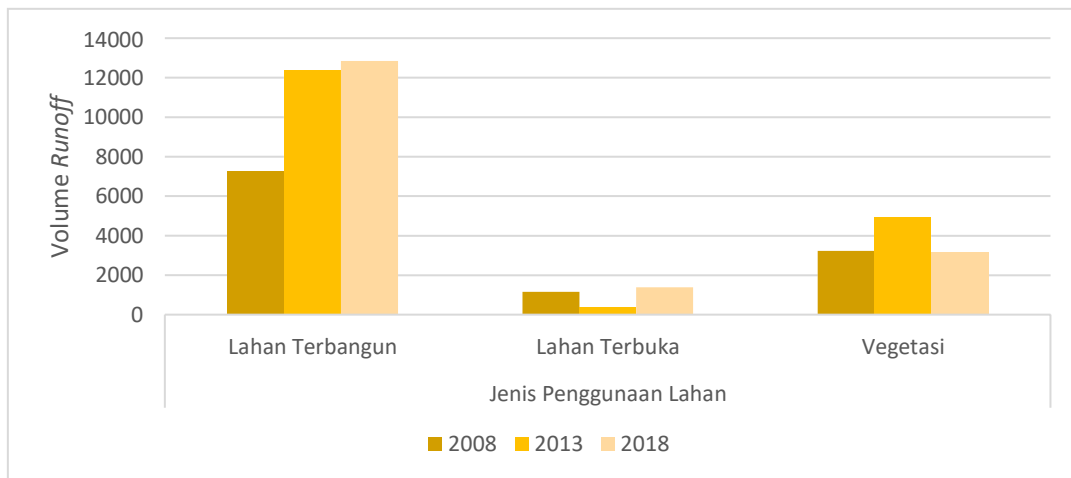
Gambar 5. (a) Peta Curah Hujan Rata - Rata Maksimum Tahun 2008; (b) Peta Curah Hujan Rata - Rata Maksimum Tahun 2013; (c) Peta Curah Hujan Rata - Rata Maksimum Tahun 2018

Pada Tabel 5 dan Gambar 6 terlihat bahwa terdapat peningkatan volume *runoff* pada lahan terbangun dari tahun ke tahun dan puncaknya berada pada tahun 2018. Selain itu, terdapat penurunan pada lahan terbuka dari tahun 2008 ke 2013 hal ini diakibatkan oleh adanya pengalihan lahan ke lahan terbangun atau area tersebut ditumbuhi vegetasi yang dapat terlihat pada peningkatan lahan vegetasi tahun 2008 ke 2013. Lahan terbuka mengalami sedikit peningkatan pada tahun 2018 begitu adanya peningkatan vegetasi pada tahun 2018 hal ini dapat saling berhubungan dikarenakan vegetasi mulai menghilang atau kering. Penurunan vegetasi di tahun 2018 juga dapat dikarenakan

adanya peningkatan lahan terbangun di tahun 2018. Secara keseluruhan hal ini sesuai dengan persebaran spasial volume *runoff* pada Gambar 5. Peningkatan lahan terbangun terlihat pada area stasiun Gemawang. Penurunan lahan terbuka pada tahun 2008 ke 2013 juga merupakan akibat dari peningkatan lahan terbangun di area stasiun Gemawang. Peningkatan lahan terbuka dan menurunnya lahan vegetasi pada tahun 2018 mempermudah laju infiltrasi sehingga terdapat penurunan volume *runoff* pada area stasiun hujan seperti Beran, Pajangan, Nyemengan dan Santan. Selain itu, fluktuasi curah hujan bulanan dari tahun ke tahun juga mempengaruhi volume *runoff*.

Tabel 5. Volume *Runoff* Terhadap Penggunaan Lahan Tahun 2008, 2013, dan 2018

Tahun	Volume <i>Runoff</i> (m <sup>3</sup> )		
	Lahan Terbangun	Lahan Terbuka	Vegetasi
2008	7.268,68	1.157,44	3.233,92
2013	12.359,15	368,65	4.920,18
2018	12.837,63	1.390,98	3.172,66



Gambar 6. Grafik Volume *Runoff* Terhadap Penggunaan Lahan Tahun 2008, 2013, dan 2018

### Hubungan Penggunaan Lahan Terhadap Volume *Runoff* di Kawasan Perkotaan Yogyakarta

Penggunaan lahan memiliki peran besar terhadap volume *runoff* pada Kawasan Perkotaan Yogyakarta. Semakin banyak lahan terbangun maka semakin minim infiltrasi yang dapat dilakukan oleh tanah karena terhalang oleh bangunan. Perhitungan korelasi penggunaan lahan terhadap volume *run off* diperlukan untuk mengetahui seberapa kuat hubungan kedua parameter tersebut. Perhitungan korelasi ini menggunakan metode *Pearson*.

Pada Tabel 6 terlihat bahwa nilai koefisien determinasi lahan terbangun, lahan terbuka, dan vegetasi mendekati 1 yang menandakan bahwa ada korelasi antara penggunaan lahan dan volume *runoff*. Nilai  $R^2$  juga mendekati 1 dan titik korelasi tersebut hampir linear dengan *trendline* (Gambar 7, 8, dan 9). Hal tersebut menunjukkan adanya nilai yang signifikan. Korelasi  $Y$  menunjukkan bahwa jika lahan terbangun bertambah

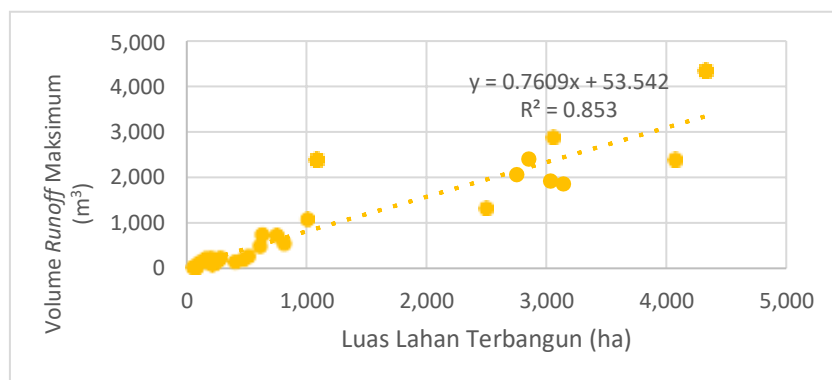
100 ha maka akan ada kenaikan volume *run off* sebanyak  $76,09 \text{ m}^3$ . Korelasi  $Y$  untuk lahan terbuka jika bertambah 100 ha maka akan ada kenaikan volume *run off* sebanyak  $59,27 \text{ m}^3$ . Sementara untuk lahan vegetasi, jika setiap luas lahan vegetasi bertambah 100 ha, volume *run off* akan bertambah  $54 \text{ m}^3$ . Hal tersebut memperlihatkan bahwa kenaikan volume *runoff* tertinggi berada pada lahan terbangun dan terendah pada lahan vegetasi. Selain itu, pada korelasi *Pearson*,  $p$  – value memiliki nilai yang signifikan dan berkorelasi secara statistik karena  $p$ -value dibawah 0,05 dan  $t$ -hitung lebih besar dari  $t$ -tabel. Hasil tersebut menunjukkan bahwa adanya hubungan antara kenaikan volume *runoff* terhadap bertambahnya penggunaan lahan terutama pada lahan terbangun. Hal tersebut menyebabkan adanya potensi banjir yang semakin tinggi di Kawasan Perkotaan Yogyakarta, terutama pada lokasi dengan volume *runoff* tertinggi yaitu di kawasan stasiun hujan Gemawang yang meliputi sebagian

Kecamatan Mlati, Gamping, Kasihan, Depok, Gondokusuman, Mergangsan, Ngambilan, Gondomanan, Umbulharjo,

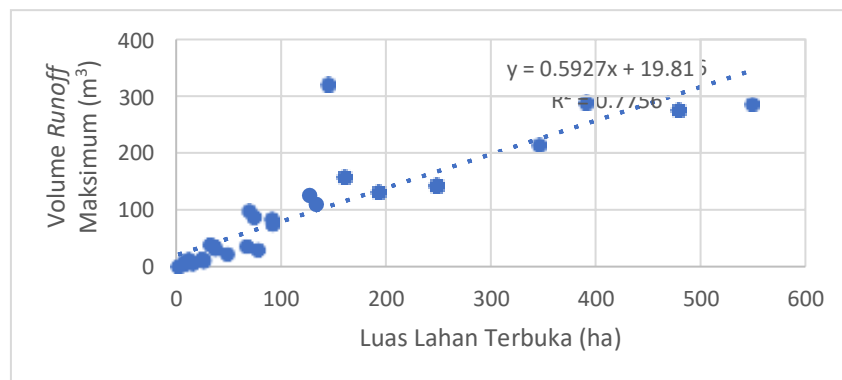
Ngaglik, dan Ngeplak serta seluruh Kecamatan Danurejan, Pakualaman, Jetis, Gedongtengen, dan Tegalrejo.

Tabel 6. Korelasi *Pearson* antara Penggunaan Lahan dan Volume *Runoff*

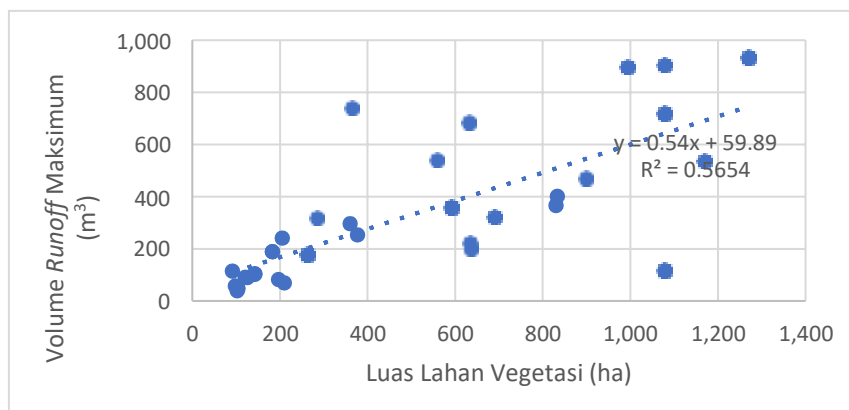
Jenis Penggunaan Lahan	Korelasi
Lahan Terbangun	0,92
Lahan Terbuka	0,88
Vegetasi	0,75



Gambar 7. Korelasi Luas Lahan Terbangun Terhadap Volume *Runoff*



Gambar 8. Korelasi Luas Lahan Terbuka Terhadap Volume *Runoff*



Gambar 9. Korelasi Luas Lahan Vegetasi Terhadap *Runoff*

Tabel 7. Hasil Uji Statistik

Jenis Penggunaan Lahan	Nilai T
Lahan Terbangun	13,41
Lahan Terbuka	10,35
Vegetasi	6,35

Tabel 8. P-Value

Jenis Penggunaan Lahan	P-Value
Lahan Terbangun	0.0000000000000189
Lahan Terbuka	0.00000000000139
Vegetasi	0.000000454

Peningkatan luasan lahan terbangun menjadi salah satu faktor pemicu kenaikan volume runoff (Sun et al., 2014). Selama kurun waktu 2008 hingga 2018 di Kawasan Perkotaan Yogyakarta telah terjadi peningkatan volume runoff sebesar 49 %. Penelitian sebelumnya yang dilakukan di DAS Bedog menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan menjadi permukiman sebesar 0,4 % per tahun memicu perubahan tebal runoff sebesar 2 % (Yudha & Dibyosaputro, 2016). Namun, kontribusi perubahan penggunaan lahan terhadap perubahan volume runoff bervariasi di setiap lokasi di permukaan bumi. Laju perubahan iklim menyumbang 87,15 % terhadap perubahan runoff di Heihe River Basin China, sedangkan penggunaan lahan hanya berkontribusi 12,85 % (Shang et al., 2019)

Identifikasi spasiotemporal perubahan penggunaan lahan dan perubahan volume runoff dapat memberikan gambaran mengenai pola pembangunan di suatu perkotaan (Ansari et al., 2016; Atharinafi & Wijaya, 2021). Hasil kajian ini dapat dimanfaatkan dalam perencanaan perkotaan maupun manajemen bencana perkotaan khususnya bencana banjir. Beberapa strategi yang dapat dilakukan yaitu strategi untuk

meminimalisir bahaya, meminimalisir kerentanan terhadap kerusakan dan melestarikan sistem lingkungan alami dataran banjir. Strategi dalam meminimalisir bahaya dapat dilakukan dengan beberapa tindakan seperti manajemen daerah tangkapan dan menyimpan kebutuhan spasial untuk tindakan struktural. Sementara untuk meminimalisir kerentanan terhadap kerusakan dapat dilakukan tindakan dengan mengontrol pembangunan terhadap dataran banjir, mengatur lokasi fasilitas, adanya *building code* (standar untuk keamanan bangunan yang di rancang oleh pemerintah), dan pemeriksaan banjir. Lalu dengan strategi melestarikan sistem lingkungan dataran banjir dapat dilakukan tindakan berupa menyeimbangkan kebutuhan pembangunan (Mustafa et al., 2015).

#### 4. Penutup

Selama kurun waktu 2008 – 2018, luas penggunaan lahan terbangun meningkat sebanyak 19,5% dari 11.755,6 ha pada tahun 2008 menjadi 14.059,5 ha pada tahun 2018. Distribusi spasial temporal volume runoff di Kawasan Perkotaan Yogyakarta mengalami fluktuasi dari tahun ke tahun. Stasiun hujan Gemawang, Plataran dan Bedukan mengalami peningkatan volume setiap



tahunnya, sesuai dengan peningkatan perubahan penggunaan lahan. Stasiun Pajangan mengalami penurunan dan sementara stasiun hujan Nyemengan, Beran, Tanjung Tirto, Santan dan Prumpung mengalami fluktuasi. Selama kurun waktu 2008 – 2018 volume *runoff* mengalami kenaikan sebanyak 76,6% dari 7.268,68 m<sup>3</sup> pada tahun 2008 menjadi 12.837,63 m<sup>3</sup> pada tahun 2018. Penggunaan lahan dan volume *runoff* memiliki korelasi signifikan secara statistik dilihat dari nilai persen korelasi dibawah 5%. Hasil korelasi *Pearson* menunjukkan nilai tertinggi berada pada volume *runoff* dengan luas lahan terbangun.

Kekurangan dalam penelitian ini berkaitan dengan terbatasnya ketersediaan data hujan di wilayah penelitian dan tingkat kedetailan klasifikasi tutupan lahan. Pengembangan untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan data hujan dari hasil pemodelan dan menggunakan citra resolusi tinggi untuk klasifikasi tutupan lahan. Selanjutnya penelitian mengenai prediksi perubahan penggunaan lahan serta kenaikan volume runoff di masa depan penting untuk dilakukan dalam rangka pengurangan risiko bencana banjir perkotaan.

#### Daftar Pustaka

- Ansari, T. A., Katpatal, Y. B., & Vasudeo, A. D. (2016). Spatial evaluation of impacts of increase in impervious surface area on SCS-CN and runoff in Nagpur urban watersheds, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(18). <https://doi.org/10.1007/s12517-016-2702-5>
- Atharinafi, Z., & Wijaya, N. (2021). Land use change and its impacts on surface runoff in rural areas of the upper citarum watershed (case study: Cirasea subwatershed). *Journal of Regional and City Planning*, 32(1), 36–55. <https://doi.org/10.5614/jpwk.2021.32.1.3>
- Chadchan, J., & Shankar, R. (2009). Emerging Urban Development Issues in the Context of Globalization. *Institute of Town Planner, India Journal*, 6 (2)(April-June), 78–85. [http://www.itpi.org.in/pdfs/apr6\\_09.pdf](http://www.itpi.org.in/pdfs/apr6_09.pdf)
- He, Y., Lin, K., & Chen, X. (2013). Effect of land use and climate change on runoff in the Dongjiang basin of south China. *Mathematical Problems in Engineering*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/471429>
- Hu, S., Fan, Y., & Zhang, T. (2020). Assessing the Effect of Land Use Change on Surface Runoff in a Rapidly Urbanized City: A Case Study of. *Land*, 9(17), 1–15.
- Liu, J. D. (2005). China's environment in a globalizing world. *Nature*, 435(June), 1179–1186.
- Mishra, S. K., Chaudhary, A., & Shrestha, R. K. (2014). *Experimental Verification of the Effect of Slope and Land Use on SCS Runoff Curve Number. Knisel 1980*. <https://doi.org/10.1007/s11269-014-0582-6>
- Mustafa, A., Dewals, B., Archambeau, P., Piroton, M., & Teller, J. (2015). Sustainable integrated land-use plan and flood risk management: A review. *Doctoral Seminar on Sustainability Research in the Built Environment (DS2BE-2015)*, October 2020.

- Patra, S., Sahoo, S., Mishra, P., & Mahapatra, S. C. (2018). Impacts of urbanization on land use /cover changes and its probable implications on local climate and groundwater level. *Journal of Urban Management*, 7(2), 70–84. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2018.04.006>
- Psomiadis, E., Soulis, K. X., & Efthimiou, N. (2020). Using SCS-CN and earth observation for the comparative assessment of the hydrological effect of gradual and abrupt spatiotemporal land cover changes. *Water (Switzerland)*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/W12051386>
- Sajikumar, N., & Remya, R. S. (2015). Impact of land cover and land use change on runoff characteristics. *Journal of Environmental Management*, 161, 460–468. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.12.041>
- Shang, X., Jiang, X., Jia, R., & Wei, C. (2019). Land use and climate change effects on surface runoff variations in the upper Heihe River basin. *Water (Switzerland)*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/w11020344>
- Sugiyono. (2006). *Statistika untuk Penelitian*. CV. Alfabeta.
- Sun, Z., Li, X., Fu, W., Li, Y., & Tang, D. (2014). Long-term effects of land use/land cover change on surface runoff in urban areas of Beijing, China. *Journal of Applied Remote Sensing*, 8. <https://doi.org/10.1117/1>
- Triatmojo, B. (2010). *Hidrologi Teknik Terapan*. Beta Offset.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2015). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*.
- United States Department of Agriculture. (1986). *Urban Hydrology for Small Watershed. Soil Conservation, Technical Release 55 (TR-55)*, 164. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Urban+Hydrology+for+Small+watersheds#1>
- Wilsonoyudho, S., Rijanta, R., Keban, Y. T., & Setiawan, B. (2017). Urbanization and regional imbalances in Indonesia. *Indonesian Journal of Geography*, 49(2), 125–132. <https://doi.org/10.22146/ijg.13039>
- Yudha, S., & Dibyosaputro, S. (2016). Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Perubahan Runoff di Daerah Aliran Sungai (DAS) Bedog Yogyakarta. *Majalah Geografi Indonesia*, 27(2), 117–137. <https://doi.org/10.22146/mgi.13426>
- Zhou, B., Rybski, D., & Kropp, J. P. (2017). The role of city size and urban form in the surface urban heat island. *Scientific Reports*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-04242-2>