

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP DEBIT BANJIR KOTA MAGELANG WILAYAH TIMUR SALURAN IRIGASI PROGO MANGGIS

Annisya Rizqia Wardhani¹ dan Pradipta Nandi Wardhana¹

¹Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Article Info

Article history:

Available online

Keywords:

Land use
Flood discharge
Drainage

Corresponding Author:

pradipta.nw@uui.ac.id

Abstract

Land cover change in Kota Magelang occurs every year. The conversion is caused by population and economic growth, hence size area of permeable area plummets. Land cover change influences land infiltration rate. This research was performed to investigate drainage discharge changes in 2013, 2015, and 2017 caused by land cover change. Moreover, flood discharge of 2017 was compared to flood discharge caused by RTRW Kota Magelang. Design rainfall was analyzed by using Thiessen polygon method and frequency analysis. Then, analysis was continued by catchment area delineation and land cover analysis to acquire surface runoff coefficient. After that, calculation of flood discharge was carried out by utilizing rational equation. Findings showed that drainage discharge grew as result of built up area rose. Comparison of drainage discharge in year of 2013, 2015 and 2017 showed drainage debit surge. Several catchment area drainage discharges in year of 2017 were almost similar with drainage discharge generated by RTRW plan.

Copyright © 2023 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved

Pendahuluan

Indonesia adalah negara kepulauan dengan luas perairan yang lebih besar daripada daratan. Indonesia terletak pada 6° LU - 11° LS dan 95° BT - 141° BT sehingga terletak di sekitar garis khatulistiwa dan memiliki iklim tropis. Di daerah dengan iklim tropis, matahari relative bersinar sepanjang tahun sehingga evapotranspirasi yang terjadi tinggi dan menyebabkan curah hujan yang tinggi.

Meningkatnya kondisi ekonomi mengakibatkan pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang cepat. Pembangunan yang terjadi mengakibatkan konversi tutupan lahan menjadi kedap air.

Jumlah bangunan yang mempunyai karakteristik kedap air semakin banyak akan mengurangi area terbuka yang mempunyai karakteristik tidak kedap air. Sehingga debit limpasan langsung air hujan bertambah. Kondisi tersebut sesuai dengan banyaknya genangan di Kota Magelang saat terjadi hujan. Genangan tersebut mempengaruhi mobilitas lalu lintas masyarakat, kerugian ekonomi, dan gangguan lingkungan akibat terganggunya pergerakan barang dan aktifitas penyediaan jasa yang melalui wilayah Kota Magelang.

Kota Magelang memiliki kondisi topografi dengan kemiringan lahan yang bervariasi dan luas 18,12 km² atau sebesar 0,06% dari keseluruhan luas provinsi Jawa

Tengah. Pembangunan Kota Magelang cenderung didominasi oleh area terbangun dan memiliki orientasi menyesuaikan dengan trase jalan arteri. Berdasarkan kondisi curah hujan, ukuran kota, dan kepadatan kota, debit drainase yang muncul akan tinggi saat intensitas hujan tinggi. Berdasarkan kondisi topografi, limpasan hujan sebenarnya dapat diarahkan ke Sungai Progo dan Sungai Elo yang terdapat di sisi barat dan timur. Tetapi berdasarkan kondisi di lapangan, limpasan air hujan lebih banyak yang dialirkan ke Saluran Irigasi Progo Manggis yang mengalir di tengah Kota Magelang dari utara ke selatan. Hal tersebut mengakibatkan genangan akibat drainase sering terjadi di Kota Magelang. Sehingga, analisis debit drainase yang diakibatkan perubahan tutupan lahan di Kota Magelang perlu dilakukan untuk mengantisipasi genangan akibat kapasitas debit saluran drainase eksisting yang tidak sesuai dengan limpasan air hujan.

Beberapa penelitian terdahulu mengenai investigasi hubungan antara perubahan tata guna lahan terhadap debit drainase telah dilakukan oleh Latifah (2018) pada DAS Gatak Kota Surakarta, Pramata (2019) di DAS Bulok, dan Sutiyono (2021) pada DAS Solo Hulu, Lestari (2019) pada DAS Sekanak, Dammalage (2019) pada analisa banjir di Kolombo, Srilanka.

Landasan Teori

Analisa Hidrologi

Dalam menentukan hujan kawasan, metode polygon Thiessen digunakan dengan memanfaatkan data hujan yang tercatat di stasiun hujan Mungkid, Tempuran, dan Plered. Hujan kawasan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) berikut ini.

$$\bar{p} = \frac{A_1 p_1 + A_2 p_2 + \dots + A_n p_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (1)$$

Dengan p adalah intensitas hujan pada stasiun pencatat dan A adalah luas daerah

pengaruh stasiun hujan. Analisis frekuensi dilakukan untuk menentukan intensitas hujan dengan peluang tertentu.

Debit drainase dihitung dengan menggunakan persamaan rasional berikut ini.

$$Q = 0.00278CIA \quad (2)$$

Dengan Q adalah debit drainase (m^3/s), C adalah koefisien *surface runoff* tutupan lahan, I adalah intensitas hujan (mm/jam), dan A adalah luas area pengaliran (ha).

Nilai intensitas hujan untuk waktu singkat berdasarkan hujan harian dihitung dengan menggunakan persamaan Mononobe berikut ini.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \quad (3)$$

Dengan I adalah intensitas hujan (mm/jam), t adalah durasi hujan (jam), dan R_{24} adalah intensitas hujan maksimum harian (mm).

Durasi hujan didekati dengan menggunakan waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi dimaksudkan sebagai waktu terjauh yang dibutuhkan oleh hujan yang jatuh pada titik terjauh dari outlet untuk mencapai outlet daerah tangkapan air. Waktu konsentrasi dihitung dengan memanfaatkan persamaan *Australian Rainfall Runoff* (ARR) berikut ini.

$$t_c = 0,76A^{0,38} \quad (4)$$

Dengan t_c adalah lama waktu konsentrasi (jam), dan A adalah luas area pengaliran (km^2).

Nilai koefisien pengaliran (C) komposit menggambarkan kondisi tutupan lahan daerah tangkapan air yang terdiri dari berbagai tutupan lahan sehingga menyebabkan koefisien limpasan tutupan lahan yang membentuk suatu daerah tangkapan air juga berbeda-beda. Koefisien limpasan komposit pada suatu daerah tangkapan air dihitung dengan menggunakan persamaan (5).

$$C = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot A_i}{A_i} \quad (5)$$

Dengan C_i adalah koefisien pengaliran tutupan lahan tertentu, dan A_i adalah luas lahan dengan tutupan lahan tertentu.

Kala ulang yang digunakan dalam menghitung debit drainase ditentukan berdasarkan peraturan Permen PUPR No. 12/PRT/M/2014 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.

Data

1. Data curah hujan tahun 2007-2018 stasiun hujan Mungkid, Tempuran, dan Plered yang didapatkan dari Unit Hidrologi, Bidang Operasi dan Pemeliharaan, Balai Besar Wilayah Sungai Serayu Opak (BBWS SO).
2. Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Magelang (lihat gambar 1).
3. Peta Rupa Bumi Indonesia (lihat gambar 2)
4. Citra Landsat 8.

Analisis dan Pembahasan

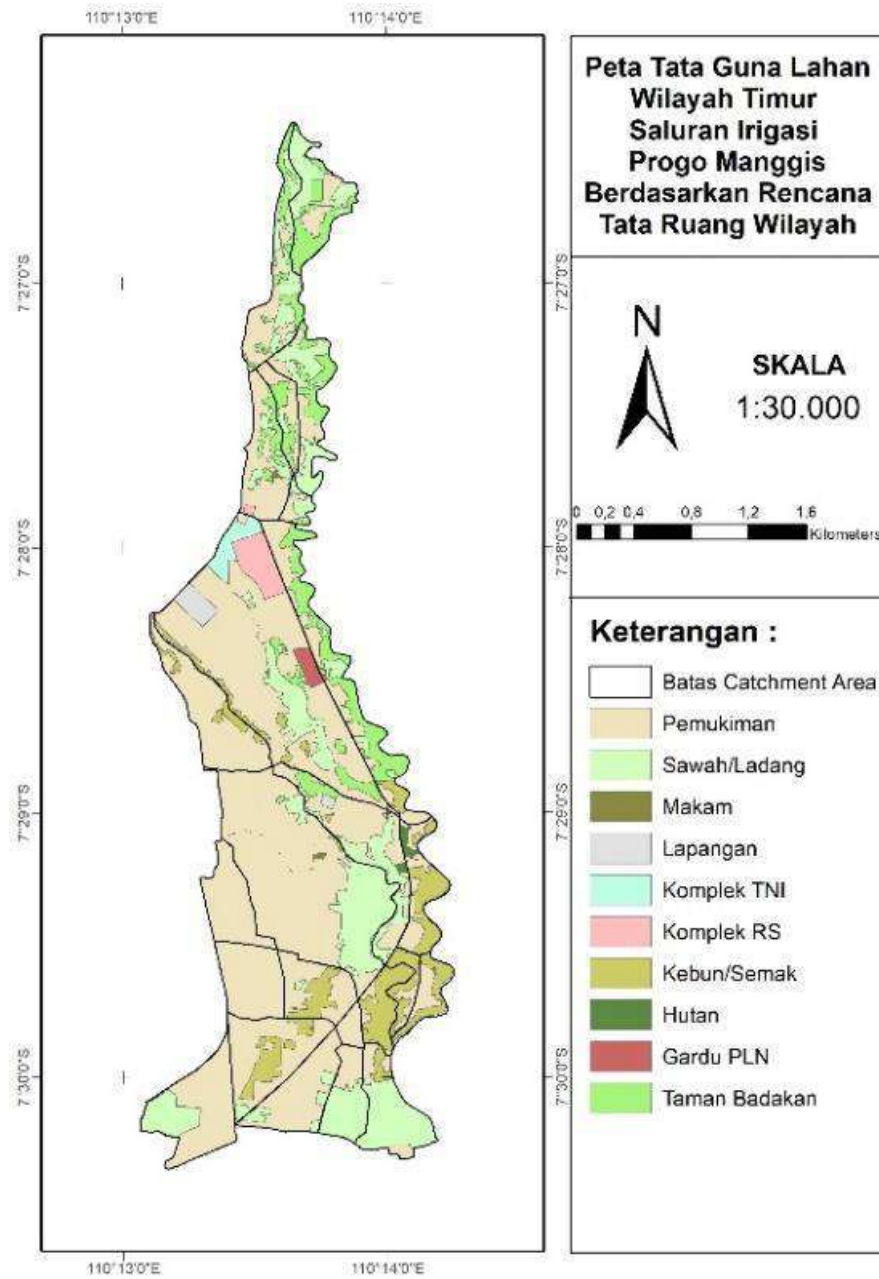
Delineasi Catchment Area

Delineasi adalah proses menentukan batas hidrologi suatu daerah tangkapan air. Proses delineasi dilakukan dengan memanfaatkan Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI). Proses delineasi daerah tangkapan air dilakukan dengan mempertimbangkan elevasi topografi, kondisi kemiringan lahan dan keberadaan saluran alami maupun buatan. Hasil delineasi daerah tangkapan air dapat dilihat gambar 2.

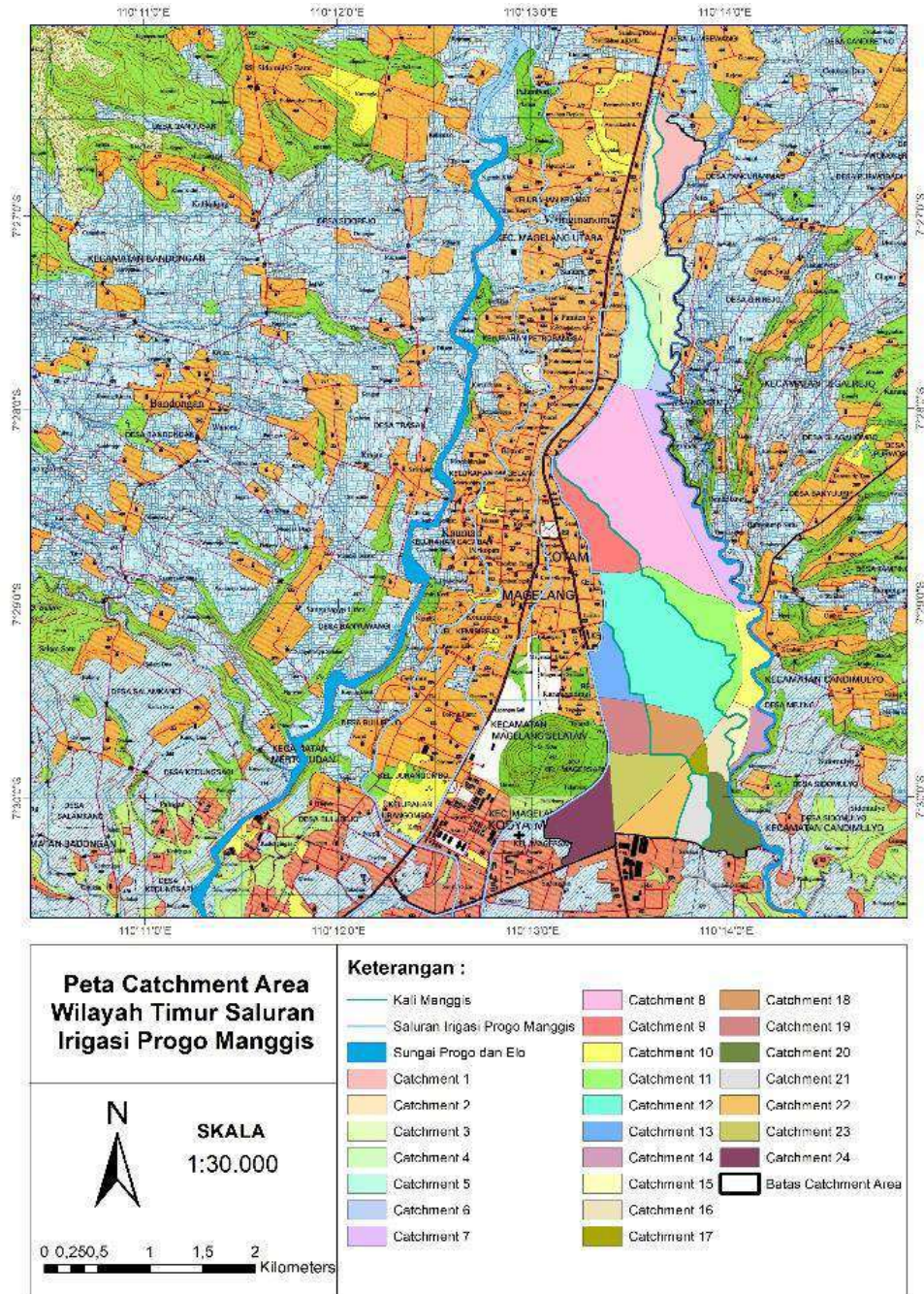
Curah Hujan Rencana

Curah hujan kawasan dihitung berdasarkan metode poligon Thiessen dengan menggunakan program GIS. Luas total daerah tangkapan air yang dianalisa sebesar 6,933 km².

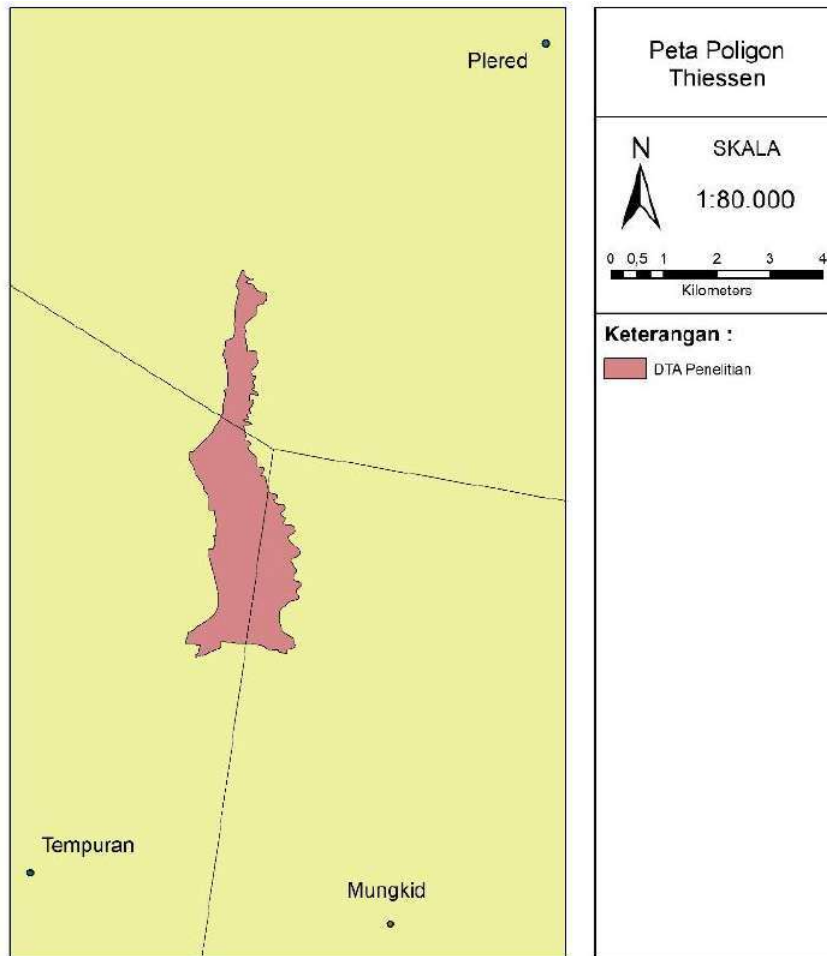
Berdasarkan Gambar 3, dilakukan perhitungan luas area dalam daerah tangkapan yang dipengaruhi oleh stasiun hujan tersebut. Kemudian dilakukan perhitungan curah hujan kawasan menggunakan persamaan (1) di atas.



Gambar 1. Peta Tutupan Lahan Berdasarkan RTRW Kota Magelang (sumber: Perda Kota Magelang No 2 Tahun 2020)



Gambar 2. Hasil Delineasi *Catchment Area*



Gambar 3. Peta Poligon Thiessen

Tabel 1. Curah Hujan Rencana untuk Beberapa Kala Ulang

Periode Ulang (tahun)	Intensitas hujan
2	61
5	79
10	92
20	107
25	110
50	124

Analisis frekuensi dilakukan untuk mengetahui intensitas intensitas hujan pada kala ulang tertentu. Rekapitulasi nilai intensitas hujan pada beberapa kala ulang dapat dilihat pada tabel 1.

Intensitas Hujan Rencana

Intensitas hujan rencana ditentukan menggunakan persamaan Dr. Manonobe berdasarkan waktu konsentrasi di setiap daerah tangkapan air. Intensitas hujan untuk setiap daerah tangkapan air dapat dilihat pada tabel 2.

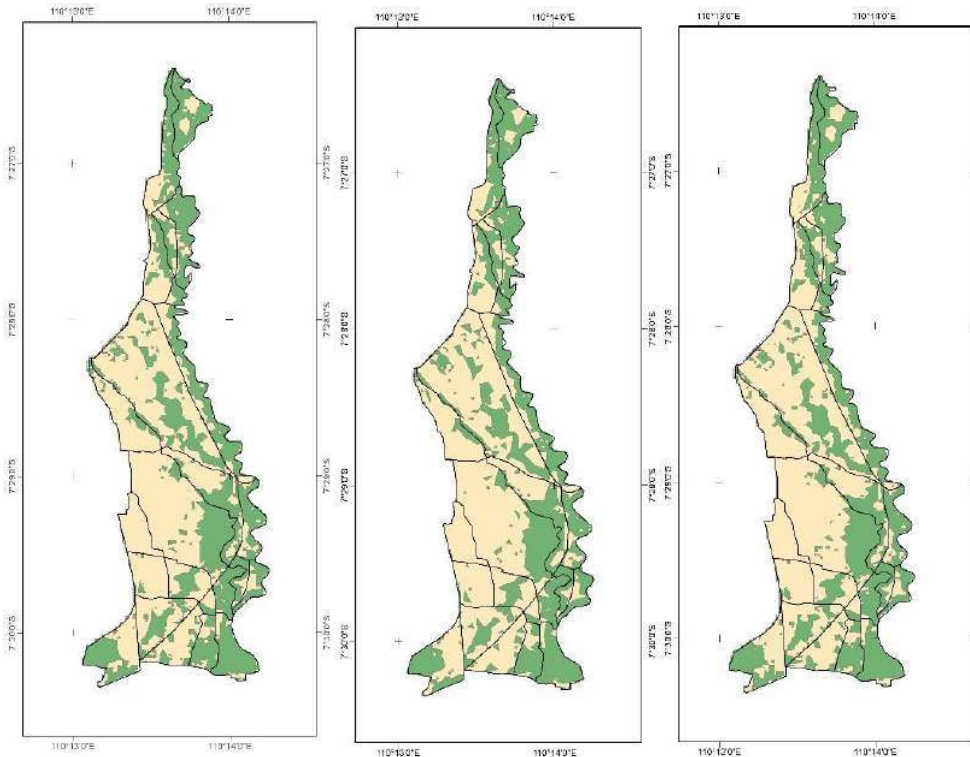
Analisis Koefisien Limpasan

Tutupan lahan untuk tahun 2013, 2015, dan 2017 ditentukan berdasarkan hasil analisa citra Landsat 8. Peta tutupan lahan sebagai hasil analisa dapat dilihat pada gambar 4.

Setelah didapatkan luas masing-masing klasifikasi tutupan lahan, kemudian dihitung nilai koefisien pengaliran (C) komposit untuk setiap daerah tangkapan air. Tabel 3 merupakan rekapitulasi nilai koefisien pengaliran komposit di masing-masing daerah tangkapan.

Tabel 2. Rekapitulasi Intensitas Hujan Rencana untuk Setiap Catchment Area

Daerah tangkapan	Luas (km ²)	t_c (jam)	I_{10} (mm/jam)
1	0,240	0,442	54,922
2	0,286	0,472	52,557
3	0,242	0,443	54,816
4	0,098	0,315	68,861
5	0,239	0,441	54,996
6	0,045	0,235	83,771
7	0,395	0,534	48,407
8	1,287	0,837	35,890
9	0,303	0,483	51,795
10	0,177	0,394	59,306
11	0,365	0,518	49,386
12	1,065	0,779	37,652
13	0,189	0,404	58,347
14	0,098	0,315	68,863
15	0,074	0,283	73,981
16	0,123	0,343	64,995
17	0,041	0,226	85,845
18	0,193	0,407	58,010
19	0,212	0,421	56,697
20	0,233	0,437	55,310
21	0,155	0,374	61,351
22	0,232	0,436	55,424
23	0,310	0,487	51,486
24	0,328	0,498	50,735
Σ	6,933		



Gambar 4. Peta Tutupan Lahan Tahun 2013, 2015, dan 2017

Tabel 3. Rekapitulasi Koefisien Pengaliran Komposit di Setiap *Catchment Area*

Daerah tangkapan	C ₂₀₁₃	C ₂₀₁₅	C ₂₀₁₇	Daerah tangkapan	C ₂₀₁₃	C ₂₀₁₅	C ₂₀₁₇
1	0,214	0,222	0,221	13	0,297	0,297	0,298
2	0,277	0,280	0,280	14	0,180	0,183	0,181
3	0,250	0,259	0,281	15	0,191	0,195	0,195
4	0,361	0,360	0,359	16	0,184	0,185	0,186
5	0,381	0,384	0,379	17	0,283	0,291	0,294
6	0,355	0,353	0,357	18	0,290	0,294	0,294
7	0,285	0,283	0,285	19	0,290	0,289	0,290
8	0,415	0,415	0,414	20	0,167	0,169	0,166
9	0,450	0,445	0,449	21	0,088	0,090	0,090
10	0,284	0,283	0,283	22	0,318	0,315	0,318
11	0,347	0,347	0,345	23	0,269	0,265	0,269
12	0,264	0,264	0,265	24	0,235	0,231	0,236

Perbandingan luasan antara lahan terbangun dan lahan hijau di setiap daerah tangkapan air dapat dilihat pada tabel 5. Total luas lahan hijau di daerah tangkapan

yang ditinjau mengalami penurunan. Di sisi lain juga dapat diketahui bahwa total lahan terbangun mengalami kenaikan luas area.

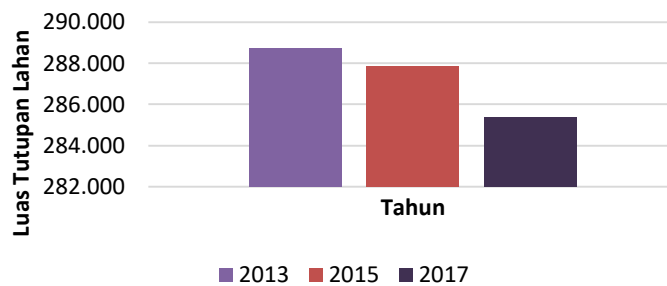
Tata guna lahan berdasarkan rencana tata ruang wilayah (RTRW) Kota Magelang digunakan untuk membandingkan antara kondisi pada tahun 2017 dengan rencana yang tertuang pada peta RTRW.

Penggolongan penggunaan lahan dapat dilihat pada gambar 9, dari peta RTRW tersebut dapat dihitung koefisien limpasan langsung (C) komposit berdasarkan komposisi jenis tutupan lahan untuk setiap daerah tangkapan air. Nilai C komposit untuk seluruh daerah tangkapan air dapat dilihat pada tabel 4.

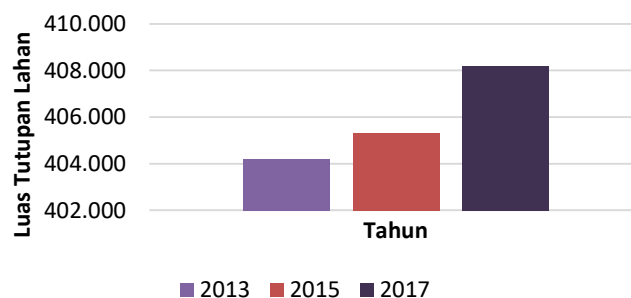
Debit drainase rencana dihitung dengan menggunakan persamaan rasional untuk

setiap daerah tangkapan air untuk tahun 2013, 2015, 2017, dan berdasarkan peta RTRW. Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa sebagian besar daerah tangkapan air mengalami kenaikan debit drainase.

Berdasarkan perbandingan debit yang dilakukan, dapat diketahui bahwa di seluruh daerah tangkapan air, debit pada tahun 2017 lebih kecil daripada debit berdasarkan peta RTRW. Berdasarkan persentase debit, terdapat beberapa daerah tangkapan air yang nilai debit tahun 2017 hampir menyamai debit berdasarkan RTRW Kota Magelang.



Gambar 7. Perbandingan Total Luas Lahan Hijau pada Setiap Tahun



Gambar 8. Perbandingan Total Luas Lahan Terbangun pada Setiap Tahun

Tabel 4. Koefisien Pengaliran Komposit Setiap Daerah Tangkapan Berdasarkan RTRW Kota Magelang

Daerah tangkapan	C	Daerah tangkapan	C
1	0,299	13	0,500
2	0,355	14	0,302
3	0,325	15	0,296
4	0,372	16	0,249
5	0,418	17	0,300
6	0,380	18	0,409
7	0,327	19	0,500
8	0,452	20	0,327
9	0,465	21	0,364
10	0,316	22	0,472
11	0,403	23	0,421
12	0,451	24	0,445

Tabel 5. Debit Drainase Rencana (Q₁₀) Setiap Daerah Tangkapan

Daerah tangkapan	2013 (m ³ /s)	2015 (m ³ /s)	2017 (m ³ /s)	RTRW (m ³ /s)	$\Delta Q = \frac{Q_{2017}}{Q_{RTRW}}$ (%)
1	0,786	0,815	0,812	1,096	74%
2	1,157	1,167	1,169	1,483	79%
3	0,922	0,953	1,037	1,197	87%
4	0,679	0,678	0,675	0,701	96%
5	1,393	1,401	1,385	1,527	91%
6	0,375	0,373	0,377	0,401	94%
7	1,513	1,507	1,514	1,741	87%
8	5,324	5,324	5,318	5,812	92%
9	1,959	1,938	1,956	2,027	96%
10	0,831	0,827	0,827	0,924	90%
11	1,737	1,739	1,731	2,018	86%
12	2,939	2,944	2,956	5,027	59%
13	0,910	0,911	0,915	1,533	60%
14	0,338	0,344	0,341	0,568	60%
15	0,291	0,298	0,297	0,452	66%
16	0,411	0,413	0,415	0,555	75%
17	0,278	0,286	0,289	0,295	98%
18	0,904	0,917	0,916	1,277	72%
19	0,969	0,965	0,967	1,667	58%
20	0,599	0,607	0,598	1,174	51%
21	0,406	0,419	0,415	1,685	25%
22	1,134	1,124	1,136	1,683	68%
23	1,193	1,175	1,194	1,869	64%
24	1,086	1,071	1,094	2,062	53%
Σ	28,134	28,196	28,333	38,773	

Kesimpulan

Berikut ini kesimpulan dari analisa yang telah dilakukan di atas.

1. Luas lahan hijau mengalami penurunan pada tahun 2013, 2015, dan 2017 Sebaliknya, luas lahan terbangun mengalami kenaikan.
2. Terjadi peningkatan debit banjir pada tahun 2013, 2015, dan 2017 akibat kenaikan koefisien limpasan *catchment area*.
3. Debit banjir berdasarkan peta RTRW masih lebih rendah apabila dibandingkan dengan debit banjir berdasarkan analisa tutupan lahan di tahun 2017.

Daftar Pustaka

- Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional. (2000) *Peta Rupa Bumi Digital Indonesia*. Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional. Bogor. Indonesia.
- Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak. (2021). *Data Curah Hujan Tahun 2007-2018*. Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak. Yogyakarta. Indonesia.
- Dammalage, T.L., Jayasinghe, N. T. (2019). *Land-Use Change and Its Impact on Urban Flooding: A Case Study on Colombo District Flood on May 2016*. Eng. Technol. Appl. Sci. Res. 9(2), pp. 3887-3891
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan. (2014). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No 12/PRT/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta, Indonesia.
- Kota Magelang. (2020). *Perda Kota Magelang No 2 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Daerah Kota Magelang Nomor 4 Tahun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Magelang Tahun 2011-2031*. Kota Magelang, Indonesia.
- Latifah. (2018). *Kajian Debit Limpasan Akibat Perubahan Penggunaan Lahan di Sub DAS Gatak, Kota Surakarta dan Sekitarnya*, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia.
- Lestari, S. A., Anugerah, D.D., Sarino. (2019). *Analysis of Flood Hydrograph to the Land Use Change on Flood Peak Discharge in the Sekanak Watershed*. J. Phys.: Conf. Ser. 1198 082016
- Pratama, W. Yuwono S. B., (2016). *Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi Di DAS Bulok*. Jurnal Sylva Lestari, 4(3), pp11-20.
- Sutiyono, Y. (2021). *Analisis Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Debit Banjir di DAS Bengawan Solo Hulu*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta, Indonesia.

United States Geological Survey. (2022).
Diambil kembali dari Earth
Resources Observation and

Science
<https://www.usgs.gov>.

Center: