

Analisis Hydrologic Response Unit pada peningkatan kerawanan banjir pada tahun 2013–2022 di DAS Mikro Triyagan

Hydrologic response unit analysis for flood vulnerability in 2013–2022 in the Triyagan Micro Watershed

Ilham Siota^{1*}, Nur Miladan¹, Galing Yudana¹

¹Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

*Corresponding author's email: siotailham@gmail.com

Abstrak. DAS Mikro Triyagan merupakan salah satu Sub DAS Bengawan Solo yang mengalami peningkatan permukiman baru karena penetapan fungsi lahan permukiman dan sawah. Perubahan penggunaan lahan dari lahan terbuka menjadi lahan terbangun menyebabkan berkurangnya daerah resapan air dan peningkatan volume limpasan permukaan sebagai penyebab utama banjir. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak perubahan penggunaan lahan terhadap kerawanan banjir di DAS Mikro Triyagan menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan Hydrologic Response Unit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan di DAS Mikro Triyagan mempengaruhi kerawanan banjir yang disebabkan oleh limpasan permukaan pada lahan permukiman (terbangun) dengan karakteristik kedap air. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi kerawanan banjir adalah pembangunan perumahan dan permukiman dengan menyediakan ruang terbuka hijau dengan penerapan teknologi konservasi air biopori untuk menurunkan limpasan permukaan.

Kata Kunci: Banjir; Daerah Aliran Sungai; Kerawanan; Limpasan permukaan; Perubahan penggunaan lahan

Abstract. The Triyagan Micro Watershed is one of the Bengawan Solo sub-watersheds which has experienced an increase in new settlements due to the function of residential land and agriculture. The change in land use to built-up land caused decreasing water catchment areas and an increase in the volume of surface runoff as the main cause of flooding. This research aimed to examine the impact of land use changes on flood vulnerability in the Triyagan Micro Watershed using quantitative descriptive methods with the Hydrologic Response Unit approach. The research results showed that changes in land use in the Triyagan Micro Watershed affect flood vulnerability caused by surface run-off on residential (built-up) land with water-resistant characteristics. Planning intervention that can be made to reduce flood vulnerability is housing and settlements development must provide sufficient green open spaces with the application of biopore water conservation technology to reduce surface run-off.

Keywords: Flood; Land use changes; Micro Watershed; Surface run-off; Vulnerability

1. Pendahuluan

Perubahan penggunaan lahan adalah kondisi bertambahnya penggunaan lahan dari satu fungsi lahan ke fungsi lahan lainnya, yang secara berulang-ulang diikuti oleh penurunan penggunaan lahan lainnya atau perubahan fungsi lahan dalam kurun waktu yang berbeda [1]. Faktor pendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan adalah pembangunan permukiman baru untuk memenuhi kebutuhan hunian akibat bertambahnya jumlah penduduk agar masyarakat mendapatkan tempat tinggal yang layak. Berdasarkan data pertumbuhan penduduk Indonesia selama kurun waktu 10 tahun terjadi peningkatan jumlah sebesar 1,25% per tahun. Pada tahun 2010 jumlah penduduk Indonesia berjumlah 237,63 dan meningkat sebesar 32,56 juta jiwa menjadi 270,2 juta jiwa pada tahun 2020. Peningkatan jumlah penduduk tersebut akan memicu pembangunan permukiman baru guna memenuhi kebutuhan hunian masyarakat, dan menyebabkan peningkatan perubahan penggunaan lahan.

Lahan permukiman secara umum memiliki karakter kedap air yang dapat menghambat laju air masuk ke dalam tanah, sehingga menjadi sumber terbentuknya limpasan permukaan. Limpasan permukaan yang terbentuk merupakan penyebab utama dari banjir. Bencana banjir terjadi pada kondisi suatu daerah yang secara karakteristik topografi dan geomorfologi bersifat kering (bukan daerah rawa) tergenangi oleh air akibat drainase tanah telah jenuh untuk menampung volume air dan dapat diartikan bahwa laju infiltrasi air ke dalam tanah telah mencapai batas maksimal. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya limpasan permukaan yaitu kemiringan lereng Daerah Aliran Sungai, kondisi geologi yang membentuk suatu Daerah Aliran Sungai, jenis tanah, vegetasi, jaringan drainase, faktor meteorologi, dan manusia [2].

Tantangan ke depannya dalam pengembangan perumahan dan permukiman adalah mengintegrasikan pengendalian limpasan permukaan dengan memperhatikan sistem hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS), karena secara alami permukiman menempati wilayah DAS. Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan area daratan yang memiliki fungsi untuk

menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang turun langsung di atasnya menuju ke sistem sungai terdekat dengan akhir muaranya ke danau, waduk, maupun ke laut. Daerah Aliran Sungai (DAS) terbagi atas tiga daerah, yaitu daerah hulu (atas), tengah, dan hilir (bawah). Pembagian wilayah DAS tersebut tidak menjadikan daerah hulu, tengah, dan hilir terpisah, namun ketiga wilayah tersebut merupakan satu kesatuan yang perlu dikelola secara komprehensif, menyeluruh, dan terpadu [3–5].

DAS Bengawan Solo termasuk ke dalam klasifikasi DAS makro dan juga merupakan DAS terbesar di pulau Jawa yang memiliki luas $\pm 16,100 \text{ km}^2$. Pengembangan infrastruktur di wilayah DAS Bengawan Solo telah dimulai sejak abad 18 yang dilakukan oleh Pemerintah Kolonial Belanda (BBWS Bengawan Solo). Sungai Bengawan Solo adalah sebagai *outlet* dari DAS mikro di sekitarnya. Salah satu DAS mikro yang menjadi penyumbang aliran air ke Sungai Bengawan Solo adalah DAS Mikro Triyagan. Berdasarkan rencana pola ruang Kabupaten Sukoharjo dan Karanganyar ditetapkan menjadi dua fungsi lahan yaitu lahan permukiman dan lahan pertanian basah (sawah), namun didominasi fungsi lahan permukiman. Rencana tersebut tentunya akan meningkatkan terjadinya perubahan penggunaan lahan. Pada wilayah DAS Mikro Triyagan terdapat beberapa daerah yang kerap dilanda banjir sejak ditetapkan rencana pola ruang tersebut. Kondisi tersebut akibat semakin luas lahan yang kedap air dan menyebabkan meningkatkan nilai koefisien limpasan permukaan. Peningkatan nilai koefisien limpasan tersebut akan berdampak pada semakin tingginya volume limpasan permukaan yang dihasilkan sebagai penyebab utama banjir.

Setelah melakukan tinjauan pada penelitian-penelitian sebelumnya terkait dengan dampak perubahan penggunaan lahan terhadap limpasan permukaan, secara keseluruhan menghasilkan kesimpulan bahwa perubahan penggunaan lahan berdampak pada peningkatan limpasan permukaan dan laju aliran puncak di suatu wilayah. Namun penelitian-penelitian tersebut belum mengaitkan dengan kerawanan banjir sehingga tidak diketahui secara rinci sampai prediksi volume banjir. Selain itu penelitian-penelitian sebelumnya belum dapat menghasilkan kawasan yang rawan banjir secara spesifik [6–10]. Oleh karena itu penelitian ini bermaksud untuk mengkaji dengan menganalisis sistem hidrologi di DAS Mikro Triyagan, dan mengetahui pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap kerawanan banjir menggunakan pendekatan Hydrologic Response Unit (HRU) yang dapat dikelompokkan ke dalam hierarki lebih detail berdasarkan HRU, sehingga akan diketahui kawasan yang memiliki kerawanan banjir di DAS Mikro Triyagan.

2. Metode

Jenis metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Pendekatan yang digunakan untuk mengetahui dampak perubahan penggunaan lahan dan terhadap kerawanan banjir adalah pendekatan deduktif yaitu untuk memperoleh data-data perubahan penggunaan lahan, limpasan permukaan guna memprediksi kerawanan banjir pada setiap kawasan di DAS Mikro Triyagan (Sub DAS Bengawan Solo) dikelompokkan ke dalam Hidrologic Response Unit (HRU) lebih kecil.

2.1. Analisis debit limpasan permukaan

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan persamaan rasional [11–13]:

$$Q = 0,0028 \cdot C \cdot I \cdot A \text{ (persamaan 1)}$$

Keterangan:

- Q = Debit limpasan permukaan
 C = Nilai koefisien limpasan permukaan
 I = Intensitas hujan
 A = Luas HRU

Nilai koefisien limpasan ditentukan berdasarkan klasifikasi penggunaan lahan yang ditetapkan oleh U.S. Forest Service.

Tabel 1. Koefisien limpasan permukaan U.S. Forest Service [5].

Tata guna Lahan	Koefisien Aliran (C)	Tataguna Lahan	Koefisien Aliran (C)
Perkantoran		Tanah Lapang	
Daerah Pusat Kota	0,70 - 0,95	Berpasir datar 2%	0,05 - 0,10
Daerah Sekitar Kota	0,50 - 0,70	Berpasir agak rata 2 - 7%	0,10 - 0,15
Perumahan		Berpasir miring 7%	0,15 - 0,20
Rumah Tinggal	0,30 - 0,50	Tanah berat datar 2%	0,13 - 0,17
Rumah susun (pisah)	0,40 - 0,60	Tanah berat agak rata 2 - 7%	0,18 - 0,22
Rumah susun (sambung)	0,60 - 0,75		0,25 - 0,35
Pinggiran Kota	0,35 - 0,40	Tanah berat miring 7%	
Daerah Industri		Tanah Pertanian 0-50%	
Kurang padat Industri	0,50 - 0,80	A. Tanah Kosong	
Padat Industri	0,60 - 0,90	Rata	0,30 - 0,60
Taman, Kuburan	0,10 - 0,25	Kasar	0,20 - 0,50
Tempat bermain	0,20 - 0,35	B. Ladang Garapan	
Daerah Stasiun KA	0,20 - 0,40	Tanah berat tanpa vegetasi	0,30 - 0,60
Daerah tak berkembang	0,10 - 0,30	Tanah berat bervegetasi	0,20 - 0,50
Jalan Raya		Berpasir tanpa vegetasi	0,20 - 0,25
Beraspal	0,70 - 0,95	Berpasir bervegetasi	0,10 - 0,25
Berbeton	0,80 - 0,95	C. Padang Rumput	
Berbatu Bata	0,70 - 0,85	Tanah berat	0,15 - 0,45
		Berpasir	0,05 - 0,25
		D. Hutan Bervegetasi	0,05 - 0,25
Trotoar	0,75 - 0,85	Tanah Tidak Produktif	
Daerah Beratap	0,75 - 0,95	>30%	
		Rata Kedap Air	0,70 - 0,90
		Kasar	0,50 - 0,70

Intensitas hujan dihitung menggunakan persamaan Mononobe [5]:

$$I = \left(\frac{R24}{24}\right) \left(\frac{24}{Tc}\right)^{2/3} \text{ (Persamaan 2)}$$

- I = Intensitas hujan rata-rata selama t jam (mm/jam)
R24 = Curah hujan harian atau hujan selama 24 jam (mm)
Tc = Waktu konsentrasi atau waktu tiba limpasan (jam)

Setelah diketahui Intensitas hujan selanjutnya menghitung waktu konsentrasi atau waktu tiba limpasan (Tc) dengan menggunakan persamaan Kirpich [14,15] sebagai berikut:

$$Tc = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} \text{ (Persamaan 3)}$$

- Tc = Waktu konsentrasi atau waktu tiba limpasan (jam)
L = Panjang maksimum per jalan air
S = Beda tinggi pada setiap penggunaan lahan

2.2. Analisis kerawanan banjir

Analisis kawasan rawan banjir [16,17] diperoleh dengan membandingkan volume limpasan permukaan ($m^3/24$ jam) yang terakumulasi setiap HRU dengan kapasitas badan sungai/drainase dan kemampuan *outlet* sungai untuk mengeluarkan air, sehingga akan diketahui volume limpasan permukaan yang tidak tertampung badan sungai. Volume limpasan yang tidak tertampung tersebut akan mengalir dan melebar di sempadan sungai menjadi banjir dan akan menggenangi kawasan di sekitarnya. Berikut adalah rumus untuk menentukan volume banjir:

$$\text{Volume luapan} = V - K - O \text{ (Persamaan 4)}$$

- V = Volume ($m^3/24$ jam)
K = Kapasitas sungai
O = Kemampuan *outlet* untuk mengeluarkan air

Volume limpasan suatu kejadian hujan dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$V = Q \times 60 \times 60 \times 24 \text{ (Persamaan 5)}$$

- V = Volume ($m^3/24$ jam)
Q = Debit limpasan (m^3/s)
60 = Jumlah detik dalam 1 menit
60 = Jumlah menit dalam 1 jam
24 = jumlah jam dalam sehari semalam

Volume limpasan permukaan ($m^3/24$ jam) yang dihasilkan setiap HRU kemudian diakumulasi, sehingga diketahui akumulasi volume di tiap HRU yang dilalui oleh badan sungai utama, dengan rumus:

$$V \text{ akumulasi} = V \text{ HRU}_x + V \text{ HRU}_x \text{ (Persamaan 6)}$$

Sedangkan kapasitas sungai/drainase dan kemampuan *outlet* dihitung dengan rumus:

$$K = P \times L \times T \text{ (Persamaan 7)}$$

K = Kapasitas sungai

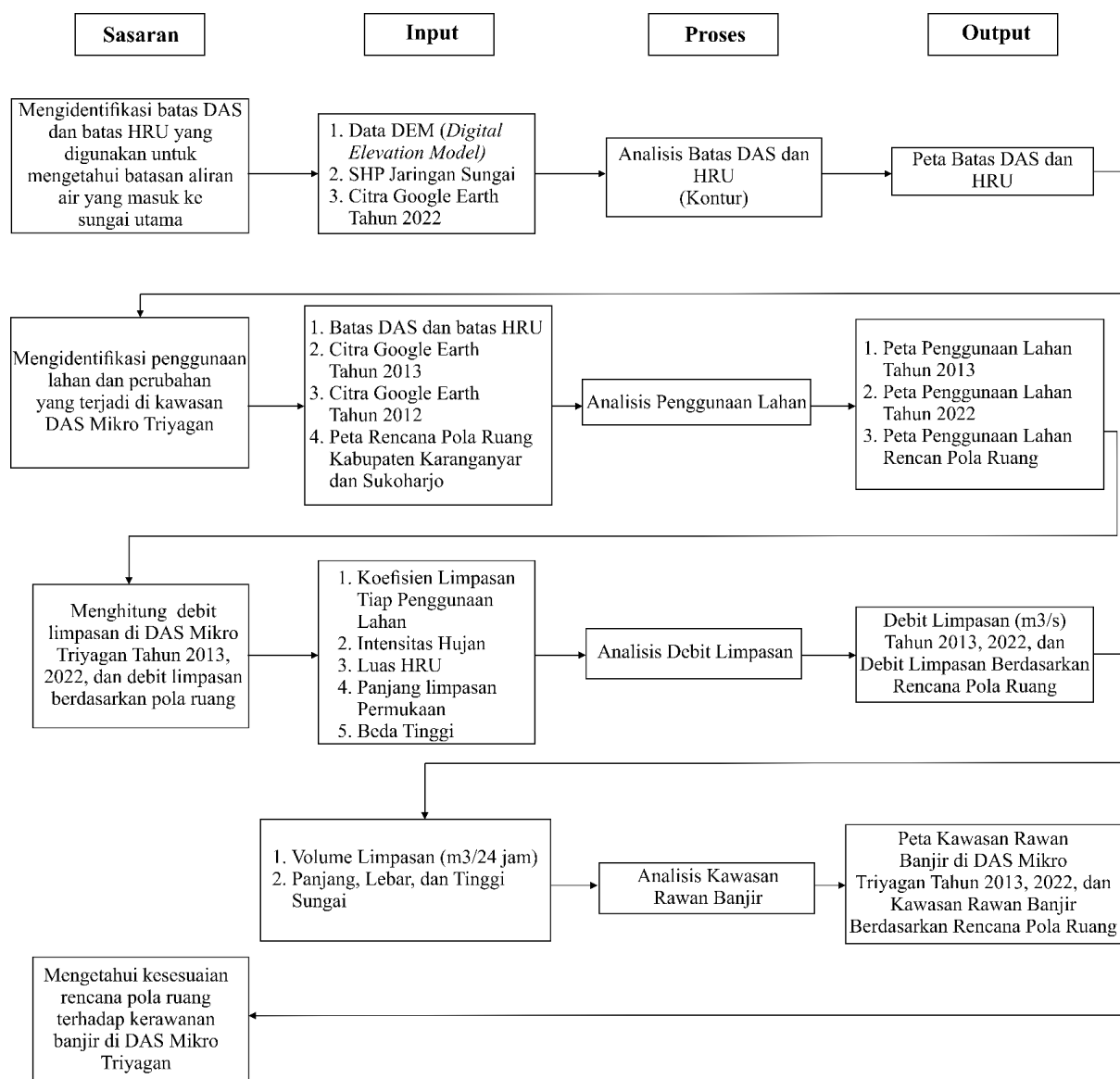
P = Panjang sungai tiap HRU

L = Lebar sungai tiap HRU

T = Tinggi sungai tiap HRU

Selanjutnya untuk mengetahui kawasan yang rawan banjir dengan asumsi terjadi hujan selama 24 jam yaitu dengan menghitung lebar dan tinggi volume banjir yang menggenangi kawasan sempada sungai yang diperoleh dengan membandingkan berdasarkan hasil volume luapan dengan kontur pada tiap HRU. Lebar luapan yang diperoleh dari tiap HRU kemudian diolah pada aplikasi ArcGIS dengan *buffer* SHP jaringan sungai tiap HRU, sehingga diketahui kawasan-kawasan rawan banjir di kanan dan kiri sempadan sungai pada tahun 2013 dan 2022.

Berikut merupakan alur dari penelitian yang dilakukan:



Gambar 1. Alur penelitian.

3. Hasil penelitian dan pembahasan

3.1. Gambaran umum kawasan

Daerah Aliran Sungai (DAS) Triyagan secara struktur termasuk bagian dari Sub DAS Bengawan Solo, dan secara bentuk sendiri termasuk ke dalam klasifikasi DAS mikro dengan luas 1.694,180 ha. Secara Administratif DAS Mikro Triyagan melewati 2 kabupaten yaitu, Kabupaten Sukoharjo dan Kabupaten Karanganyar, di mana melintas di 3 kecamatan.

Tabel 1. Pembagian wilayah administrasi DAS Mikro Triyagan.

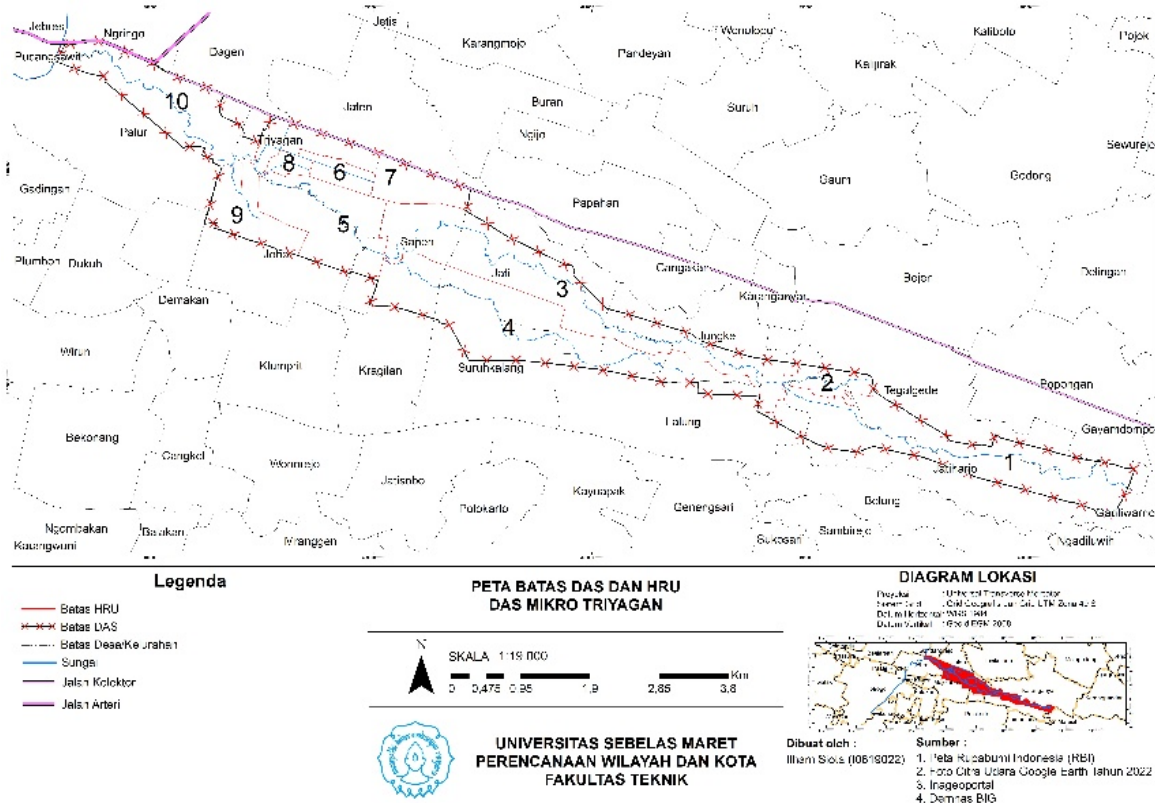
Kecamatan	Nama Desa	Luas (Ha)
-----------	-----------	-----------

Kecamatan Mojolaban	Desa Palur	162,4
	Desa Triyagan	186,16
	Desa Joho	176,48
	Desa Sapen	218,52
Kecamatan Jaten	Desa Ngringo	15,28
	Desa Jati	227,25
	Desa Suruhkalang	99,76
Kecamatan Karanganyar	Desa Jungke	92,34
	Desa Lalung	142,77
	Desa Tegalgede	183,32
	Desa Jantiharjo	197,48

Letak DAS Mikro Triyagan melalui dua kabupaten yaitu Kabupaten Karanganyar dan Kabupaten Sukoharjo yang memiliki iklim tropis dengan temperatur antara 22 - 31 derajat celsius dan kemiringan lereng bervariasi mulai dari datar 0 – 8% hingga agak curam 15 – 25%. Sungai Triyagan sebagai sungai utama yang memiliki panjang hulu sampai hilir ± 19,632 km. Sungai tersebut secara langsung mengalirkan air menuju ke Sungai Bengawan Solo. Hulu dari DAS Mikro Triyagan berada di Embung Dungdo yang berada di Desa Jantiharjo, Kabupaten Karanganyar. Pada saat terjadi hujan bersamaan yang menyebabkan Embung penuh, air yang tertampung akan dikeluarkan melalui bendungan ke arah Sungai Triyagan. Kondisi fisik Sungai Triyagan bagian tengah dan hilir memiliki lebar dan kedalaman yang bervariasi, dengan lebar antara 1,5 – 5 meter dan kedalaman antara 1 – 3 meter.



Gambar 2. Embung Dungdo.



Gambar 3. Peta batas DAS dan HRU DAS Mikro Triyagan.

3.2. Kerawanan banjir Di DAS Mikro Triyagan

Temuan yang di hasilkan dari analisis data menunjukkan bahwa terdapat beberapa kawasan rawan banjir akibat limpasan permukaan di DAS Mikro Triyagan tahun 2013 dan 2022. Kerawanan banjir di DAS Mikro Triyagan ditentukan oleh faktor yang mempengaruhi terjadinya limpasan permukaan. Fokus pembahasan pada penelitian ini adalah dampak perubahan penggunaan lahan terhadap kerawanan banjir akibat limpasan permukaan. Pendekatan yang digunakan untuk menganalisis kerawanan banjir adalah Hydrologic Response Unit (HRU). Analisis kerawanan banjir dihitung menggunakan persamaan rasional berdasarkan data curah hujan tertinggi selama 10 tahun terakhir di kawasan penelitian dengan asumsi intensitas hujan selama 24 jam untuk menghasilkan debit dan volume limpasan permukaan pada setiap HRU di DAS Mikro Triyagan.

Peningkatan volume banjir dan luasan wilayah rawan banjir akibat limpasan permukaan yang terjadi di DAS Mikro Triyagan pada tahun 2013 dan 2022 disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan. Penggunaan lahan merupakan karakteristik DAS yang dinamis dan menjadi faktor yang mempengaruhi terjadinya limpasan permukaan [3,5]. Hal tersebut turut dibuktikan dalam penelitian lainnya bahwa perubahan penggunaan lahan mempengaruhi limpasan permukaan yang dihasilkan [7].

Perubahan penggunaan lahan yang terjadi di DAS Mikro Triyagan teridentifikasi pada penggunaan lahan pertanian, yaitu sawah, tegalan, lahan kosong, semak belukar dan perkebunan yang berubah menjadi lahan terbangun seperti permukiman dan industri. Kondisi tersebut menyebabkan peningkatan nilai koefisien limpasan permukaan, yang berakibat terdapat kawasan di DAS Mikro Triyagan teridentifikasi sebagai kawasan rawan banjir. Hasil tersebut sejalan dengan teori bahwa timbunan permukaan lahan dapat mempengaruhi nilai koefisien limpasan permukaan yang dapat mempengaruhi kemampuan lahan untuk menyerap air hujan yang turun, sehingga menyebabkan genangan banjir [18,19].

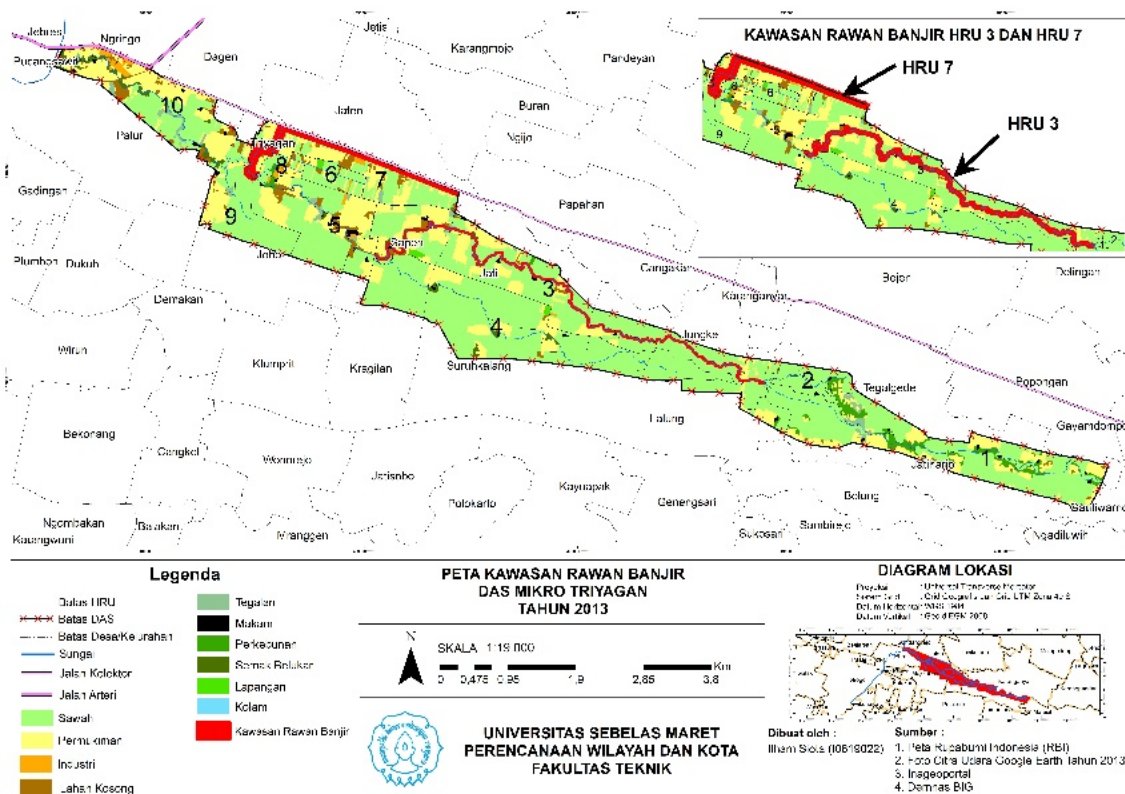
Berdasarkan hasil penelitian ini, pada tahun 2013 kawasan yang teridentifikasi rawan banjir adalah HRU 3 dan HRU 7. Perubahan penggunaan lahan yang terjadi pada tahun 2022 mengakibatkan terjadinya peningkatan volume limpasan permukaan yang berdampak pada peningkatan volume banjir di kawasan HRU 3 dan HRU 7. Pada tahun 2022, HRU 10 yang merupakan wilayah hilir dari DAS Mikro Triyagan teridentifikasi sebagai kawasan rawan banjir. Kondisi tersebut disebabkan oleh akumulasi volume limpasan permukaan dari HRU 1 sampai HRU 9, ditambah dengan volume limpasan permukaan yang berasal dari HRU 10 itu sendiri.

Pada analisis kesesuaian rencana pola ruang terhadap kerawanan banjir di DAS Mikro Triyagan dilakukan dengan membandingkan data penggunaan lahan eksisting tahun 2022 dan penggunaan lahan berdasarkan rencana pola ruang Kabupaten Sukoharjo dan Karanganyar yang akan dicapai pada akhir tahun perencanaan 2032. Data penggunaan lahan tersebut digunakan untuk menganalisis limpasan permukaan sebagai penyebab utama banjir, sehingga akan diketahui perbandingan volume limpasan permukaan yang dihasilkan pada tahun 2022 dan tahun rencana pola ruang. Hasil penelitian diperoleh bahwa terjadi peningkatan volume limpasan permukaan di DAS Mikro Triyagan. Kondisi tersebut menyebabkan volume banjir yang dihasilkan semakin meningkat, berbanding lurus dengan ketinggian banjir dan luasan wilayah yang terdampak banjir.

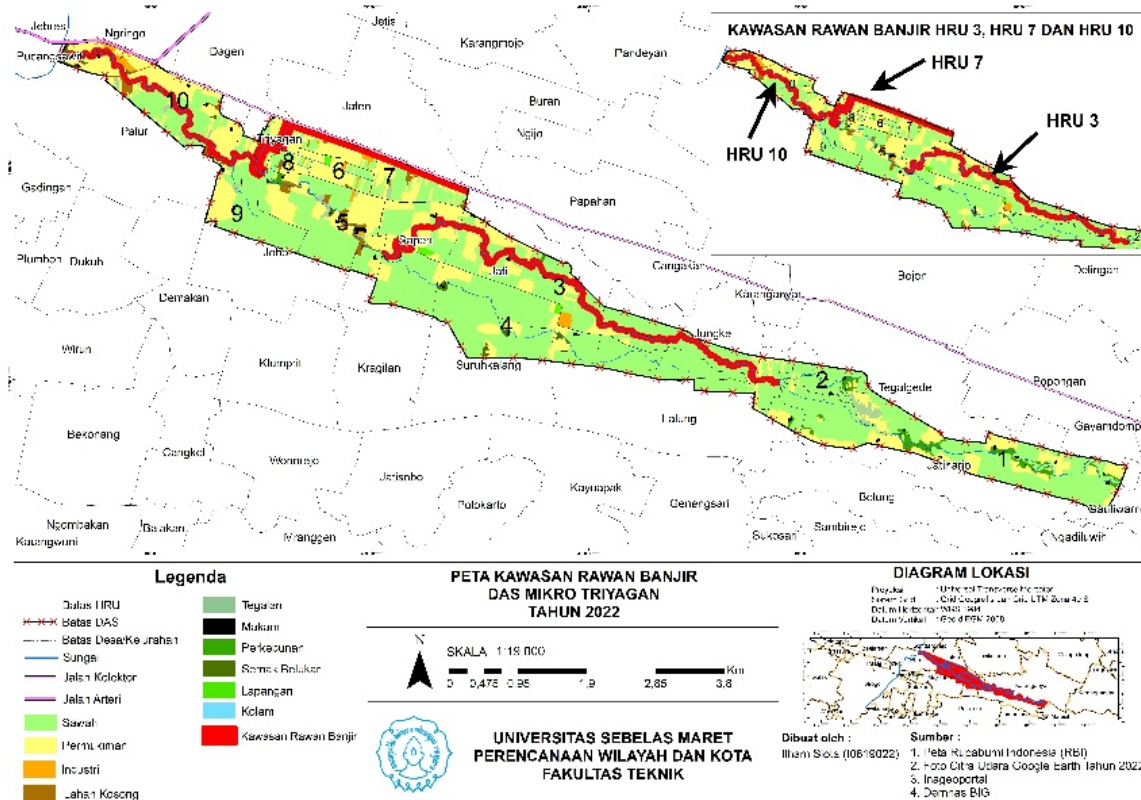
Pada kondisi eksisting tahun 2022 kawasan yang teridentifikasi rawan banjir yaitu HRU 3 yang melalui wilayah administratif Desa Jungke, Kecamatan Karanganyar, Desa Jati, Kecamatan Jaten, dan Desa Sapen, Kecamatan Mojolaban, HRU 7 yang melalui wilayah Desa Sapen dan Desa Triyagan, Kecamatan Mojolaban, dan HRU 10 yang melalui wilayah administratif Desa Palur, Kecamatan Mojolaban. Namun, terjadi penambahan kawasan rawan banjir pada tahun rencana pola ruang yaitu di HRU 1 yang sebagian besar masuk ke dalam wilayah administratif Desa Tegalgede dan Jatiharjo, Kecamatan Karanganyar. Bertambahnya kawasan banjir tersebut diiringi dengan peningkatan volume banjir pada kawasan HRU 3, HRU 7, dan HRU 10 yang berdampak pada peningkatan ketinggian banjir dan luasan wilayah yang rawan banjir. Penelitian terdahulu yang mengkaji tentang pengaruh perkembangan dan pembangunan permukiman terhadap volume limpasan di Kecamatan Medan Johor turut menerangkan hasil yang sama dengan penelitian ini, bahwa terjadi peningkatan limpasan permukaan pada akhir RDTR Kota dengan membandingkan penggunaan lahan pada tahun 2013 [8]. Selain itu peningkatan kerawanan banjir juga terjadi pada penelitian terdahulu tentang dampak alih fungsi lahan terhadap limpasan permukaan di DAS Prumpung Klero. Peningkatan kerawanan

tersebut terjadi akibat alih fungsi lahan berdasarkan RTRW yang telah ditetapkan, sehingga menyebabkan perubahan penggunaan lahan sawah dan tegalan yang terkonversi menjadi industri, perumahan dan gedung serta hutan produksi menjadi kawasan sawah [20].

Pada penelitian ini juga ditemukan penyimpangan penggunaan lahan di DAS Mikro Triyagan terhadap rencana pola ruang yang telah ditetapkan. Total luas penggunaan lahan yang menyimpang dari rencana pola ruang di DAS Mikro Triyagan seluas 62,4 ha atau 4% dari total luas DAS Mikro Triyagan. Penyimpangan penggunaan lahan di HRU 2 yang berada di Desa Tegalgede dan Jatiharjo, Kecamatan Karanganyar. Berdasarkan rencana pola ruang pada HRU 2 ditetapkan sebagai peruntukan lahan pangan basah/sawah seluas 39,3 ha, namun pada kondisi eksisting terdapat lahan permukiman seluas 2,3 ha. Kemudian di HRU 3, HRU 5, HRU 7, HRU 8, dan HRU 10 terjadi penyimpangan penggunaan lahan yaitu terdapat lahan industri dengan total luas 13,6 ha, sedangkan berdasarkan rencana pola ruang pada wilayah tersebut hanya difungsikan sebagai lahan permukiman dan sawah. Penyimpangan penggunaan lahan juga terjadi di HRU 9 yang berada di Desa Joho, Kecamatan Mojolaban, yaitu luas lahan permukiman pada kondisi eksisting tahun 2022 telah melebihi luas yang telah ditetapkan pada rencana pola ruang.



Gambar 4. Peta kawasan rawan banjir di DAS Mikro Triyagan Tahun 2013.



Gambar 5. Peta kawasan rawan banjir di DAS Mikro Triyagan Tahun 2022.

4. Kesimpulan

Berdasarkan identifikasi batas DAS dan batas Hidrologic Response Unit (HRU) di DAS Mikro Triyagan, sebagian wilayah Kecamatan Karanganyar, Kecamatan Jaten, dan Kecamatan Mojolaban termasuk dalam wilayah tersebut, yang terbagi atas 10 HRU. Penggunaan lahan di DAS Mikro Triyagan mencakup berbagai jenis seperti lahan industri, lahan kosong, lapangan, makam, perkebunan, permukiman, sawah, semak belukar, tegalan, dan kolam.

Terjadi perubahan signifikan dalam penggunaan lahan di DAS Mikro Triyagan, terutama di HRU 7 yang mencakup wilayah Desa Sapen dan Desa Triyagan, Kecamatan Mojolaban. Pada tahun 2022, terdapat penurunan luas lahan kosong dan sawah yang berubah menjadi lahan permukiman seluas 19,5 hektar. Hal ini menyebabkan peningkatan volume limpasan permukaan di HRU 7 sebesar 39,71% dibandingkan tahun 2013. Rencana pola ruang di HRU 7 mengindikasikan bahwa akan ada penambahan lahan permukiman seluas 49,3 hektar pada akhir tahun perencanaan, yang berdampak pada penurunan luas lahan pertanian.

Berdasarkan hasil analisis kerawanan banjir di DAS Mikro Triyagan dengan membandingkan kondisi perubahan penggunaan lahan tahun 2013, 2022, dan rencana pola ruang, beberapa kawasan di DAS Mikro Triyagan menunjukkan tingkat kerawanan bencana banjir. HRU 1, HRU 3, HRU 7, dan HRU 10 adalah HRU di DAS Mikro Triyagan yang mengalami banjir setelah dilakukan akumulasi limpasan permukaan. Pada HRU 1, pada tahun 2013 dan 2022, tidak ada

volume banjir yang dihasilkan. Namun, berdasarkan rencana pola ruang, diprediksi akan menghasilkan volume banjir pada tahun rencana pola ruang sebesar $9.842 \text{ m}^3/24$ jam dengan ketinggian 0,2 meter dan lebar banjir 3,1 meter. Pada HRU 3, pada tahun 2013 berpotensi menghasilkan volume banjir sebesar $16.450 \text{ m}^3/24$ jam, dengan ketinggian banjir 0,15 meter dan lebar banjir 5,1 meter. Pada tahun 2022, potensi volume banjir meningkat menjadi $184.730 \text{ m}^3/24$ jam dengan ketinggian banjir 0,5 meter dan lebar banjir 20,1 meter. Berdasarkan rencana pola ruang, volume banjir dapat mencapai $301.566 \text{ m}^3/24$ jam dengan ketinggian dan lebar banjir yang lebih besar. Pada HRU 7, pada tahun 2013 berpotensi menghasilkan volume banjir sebesar $218.675 \text{ m}^3/24$ jam dengan ketinggian banjir 0,5 meter dan lebar banjir 56,5 meter. Pada tahun 2022, potensi volume banjir meningkat menjadi $520.332 \text{ m}^3/24$ jam dengan ketinggian banjir 1 meter dan lebar banjir 67,5 meter. Berdasarkan rencana pola ruang, kerawanan banjir lebih tinggi dengan potensi volume banjir mencapai $655.435 \text{ m}^3/24$ jam dengan ketinggian banjir 1,2 meter dan lebar banjir 70,9 meter. Sementara pada HRU 10, pada tahun 2013 tidak menghasilkan volume banjir, namun pada tahun 2022 berpotensi menghasilkan volume banjir sebesar $168.690 \text{ m}^3/24$ jam dengan ketinggian banjir 1 meter dan lebar banjir 15,91 meter. Berdasarkan rencana pola ruang, kerawanan banjir meningkat dengan potensi volume banjir mencapai $286.269 \text{ m}^3/24$ jam dengan ketinggian banjir 1,3 meter dan lebar banjir 21,5 meter. Hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan di DAS Mikro Triyagan berpengaruh pada kerawanan banjir yang disebabkan oleh limpasan permukaan.

Penelitian yang dilakukan tentu masih terdapat kekurangan yaitu terkait data jenis penggunaan lahan dan data curah hujan. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan foto citra udara IKONOS untuk mendapatkan data jenis penggunaan lahan yang lebih detail. Sedangkan data curah hujan dapat diperoleh dari BMKG yang merupakan lembaga resmi sebagai penyedia data terkait meteorologi, klimatologi, dan geofisika.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada DPUPR Kabupaten Sukoharjo dan Karanganyar yang telah menyediakan data untuk kebutuhan analisis.

Referensi

- [1] Wahyunto M, Abidin Z, Adi Priyono S. Studi Perubahan Lahan di Sub DAS Citarik, Jawa Barat dan DAS Kaligarang, Jawa Tengah. Prosiding Seminar Nasional Multifungsi Lahan Sawah, 2001, p. 39–40.
- [2] Seyhan E. Dasar-Dasar Hidrologi. Yogyakarta: Translation Copyright 1990 by Gadjah Mada University Press P.O. Box 14; 1997.
- [3] Yunicho Y, Hayat AMF, Adam P. Sosialisasi Penggunaan Lubang Resapan Biopori di Kecamatan Manggala Kota Makassar. Lontara Abdimas : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat 2023;4:55–60. <https://doi.org/10.53861/lomas.v4i2.410>.
- [4] Kurniawan MF, Rayes ML, Agustina C. Analisis Kualitas Tanah pada Lahan Tegalan Berpasir di DAS Mikro Supituring, Kabupaten Kediri, Jawa Timur. Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan 2021;8:527–37. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2021.008.2.23>.

- [5] Asdak C. Hidrologi dan Pengendalian Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press; 2007.
- [6] Rahardian A, Buchori I. Dampak Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Limpasan Permukaan dan Laju Aliran Puncak Sub DAS Gajahwong Hulu Kabupaten Sleman. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota* 2016;11:127. <https://doi.org/10.14710/pwk.v12i2.12890>.
- [7] Amirul C, Rahman A. Analisis Limpasan Permukaan (Run Off) pada Daerah Aliran Sungai Jenelata Kabupaten Gowa. Universitas Muhammadiyah Makassar, 2021.
- [8] Dian R, Soleh MA. Kajian Dampak Perkembangan Permukiman Berdasarkan Debit Air Limpasan di Kecamatan Medan Johor. *Perencanaan Pembangunan Inklusif Desa-Kota, Padang: Program Pascasarjana Universitas Andalas*; 2016.
- [9] Nawawi M, Rahadi B. Environmental Run-off Impact Case Study: The Impact of Development and Campus Development of State Islamic University (UIN) Malang. *Natural B, Journal of Health and Environmental Sciences* 2011;1:102–9.
- [10] Anna AN. Analisis Potensi Limpasan Permukaan (Run Off) Menggunakan Model Cook`S di DAS Penyangga Kota Surakarta untuk Pencegahan Banjir Luapan Sungai Bengawan Solo. *Seminar Nasional Pembangunan Berkelanjutan di DAS Bengawan Solo 2014*, 2014, p. 319–25.
- [11] Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI Offset; 2004.
- [12] Al Amin MB. *Pemodelan Sistem Drainase Perkotaan Menggunakan SWMM*. Yogyakarta: Deepublish; 2020.
- [13] Ekawaty R, Yonariza Y, Ekaputra EG, Arbain A. Telaahan Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan dalam Pengelolaan Kawasan Daerah Aliran Sungai Di Indonesia. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology* 2018;2:30–40. <https://doi.org/10.32530/jaast.v2i2.42>.
- [14] Kirpich ZP. Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds. *Civil Engineering* 1940;10:362.
- [15] Anita. *Desain Drainase pada Lahan Perkebunan Pabrik Gula Bone*. Skripsi. Universitas Hasanuddin, 2023.
- [16] Rahman A. Penggunaan Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Tingkat Rawan Banjir Di Kabupaten Banjar Provinsi Kalimantan Selatan. *EnviroScienceteae* 2017;13:1–6. <https://doi.org/10.20527/es.v13i1.3506>.
- [17] Nurdin, Fakhri. Analisa Kawasan Rawan Banjir di Kabupaten Kampar Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis. *EcoNews Advancing the World of Information and Environment* 2020;3:5–12.
- [18] Chow V Te. *Handbook of Applied Hydrology, a Compendium of Water Resources Technology*. New York: McGraw-Hill Book Company; 1964.
- [19] Ahmad ZA, Nathan Muh, Lias SA. Korelasi Antara Debit Aliran dan Sedimen Melayang (Suspended Load) Di Sungai Data' Kabupaten Pinrang. *Jurnal Ecosolum* 2019;8:21. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v8i1.6894>.
- [20] Ikhsan M. *Dampak Alih Fungsi Lahan Terhadap Limpasan Permukaan (Runoff) di Kabupaten Tuban (Studi Kasus DAS Prumpung Klero)*. Skripsi. Universitas Brawijaya, 2016.