

# TIPOLOGI KAWASAN BERISIKO BANJIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) KALI PEPE, KOTA SURAKARTA

Typology of Flood Impacted Area in Kali Pepe River Basin, Surakarta City

Nur Miladan<sup>1</sup>, Kusumaningdyah Nurul Handayani<sup>2</sup> and Dewa Putu Aris Sadana<sup>1</sup>

Diterima: 21 Oktober 2017 Disetujui: 11 April 2018

**Abstrak:** Banjir merupakan bencana yang paling dominan terjadi di dunia dan fenomena ini terus berlangsung hingga saat ini. Sejauh ini, pengurangan risiko banjir di kawasan perkotaan melalui pendekatan-pendekatan mitigasi struktural dan non struktural. Pendekatan mitigasi tata ruang sangat perlu dipertimbangkan dalam manajemen risiko banjir disamping pendekatan-pendekatan tersebut. Transformasi keruangan (pola penggunaan lahan), serta daya dukung lingkungan dapat digunakan untuk mewujudkan pendekatan tata ruang dalam manajemen risiko bencana. Penelitian ini bertujuan menganalisis tipologi kawasan berisiko banjir di Daerah Aliran Sungai Kali Pepe, Kota Surakarta. Penelitian ini menggunakan pendekatan deduktif dengan metode kuantitatif yang didukung analisis spasial. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 42 jenis ruang, namun demikian hanya 18 jenis yang berisiko banjir. Karakteristik lahan cenderung tidak berkorelasi terhadap intensitas dampak banjir. Pola penggunaan lahan dan karakteristik drainase memiliki kecenderungan berkorelasi terhadap risiko dampak banjir. Penataan ruang dapat difokuskan pada kawasan-kawasan permukiman perkotaan, utamanya kawasan-kawasan yang memiliki intensitas kepadatan bangunan tinggi. Sebaiknya pembatasan ruang terbangun dilakukan di sekitar daerah aliran sungai, dan rekayasa infrastruktur memperhatikan sistem hulu-hilir aliran sungai.

*Kata Kunci : Tipologi kawasan, daerah aliran sungai, risiko banjir*

**Abstract:** Flooding is the most dominant disaster in the world and it takes place until recently. So far, the urban flood reduction is carried out through the structural and non structural mitigation approaches. The spatial mitigation approach is very needed to be considered in the flood risk management besides those approaches. The spatial transformation (land use pattern), and environmental carrying capacity can be used to realize the spatial approach in disaster risk management. This research aims to analyze the flood risk area typology in Kali Pepe River Basin, Surakarta City. It uses deductive approach with quantitative methods being supported by spatial analysis. The results indicate there are 42 spatial types, but only 18 types being the flood risk areas. Land characteristic tends to be not correlated to the flood impact intensity. Land use pattern and drainage characteristics have a tendency to be correlated to the flood impact risk. The spatial planning could be focused on urban settlements, especially in areas with high building densities. The built-up space restrictions should be implemented in the river surrounding areas, and the infrastructure engineering concern with the river upstream-downstream system.

*Keyword: area typology, river basin, flood risk*

---

<sup>1</sup> Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

<sup>2</sup> Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret

## PENDAHULUAN

Pada saat ini, perubahan iklim adalah salah satu isu penting yang menjadi perhatian masyarakat dunia. Perubahan iklim tersebut meningkatkan risiko bencana seperti banjir, kekeringan, badai, dan sebagainya. Banjir merupakan bencana yang sangat signifikan terjadi di dunia selama satu dekade terakhir, serta menimbulkan kerugian dan kerusakan yang sangat luas baik di negara-negara berkembang maupun negara-negara maju (Wisner et al., 2003). Banjir adalah luapan atau genangan yang berasal dari suatu sungai atau badan air, dan seringkali mengancam kehidupan masyarakat dan aset-asetnya (Hong et al, 2013). Lebih dari 50 % dari kejadian banjir secara global terjadi di Asia (Tingsanchali, 2011).

Pendekatan mitigasi banjir secara struktural adalah bentuk teknologi yang sering digunakan (dan dianggap penting) pada pengelolaan kawasan perkotaan intensitas tinggi (padat), namun juga berisiko banjir (Gilbuena Jr et al, 2013). Sedangkan pendekatan mitigasi banjir non-struktural berorientasi pada kebijakan dan peraturan yang bertujuan untuk meningkatkan kapasitas masyarakat dalam pengelolaan risiko bencana. Perencanaan dan kebijakan penggunaan lahan juga merupakan upaya (mitigasi) non-struktural dan preventif (Mohit & Sellub, 2013). Namun demikian, perencanaan dan kebijakan penggunaan lahan dalam pengelolaan dan mitigasi risiko bencana mengalami berbagai kendala pada penerapannya. Hal ini dikarenakan minimnya wawasan keilmuan model rekayasa tata ruang dalam manajemen risiko banjir. Perencanaan ruang (lahan) pada kawasan berisiko banjir, selama ini masih hanya menekankan pada kriteria umum/ konsep-konsep teoritis tentang perencanaan ruang terbuka hijau (RTH) dan infrastruktur (mitigasi struktural). Pendekatan mitigasi non struktural di berbagai kota seperti sistem peringatan dini, asuransi (*insurance*), dan pengendalian penggunaan lahan (ruang) hanya diterapkan sebagai upaya tambahan (*supplementary*) untuk pengendalian banjir (Liao, K. et al , 2016). Hal ini menunjukkan juga bahwa kajian mendalam mengenai alternatif permodelan tata ruang pada kawasan berisiko banjir masih belum banyak diungkap oleh para peneliti. Bertolak pada latar belakang tersebut, maka penelitian ini memfokuskan pada eksplorasi tipologi ruang dalam manajemen risiko banjir guna mewujudkan wilayah atau kota yang berkelanjutan. Penelitian ini melalui studi kasus Kota Surakarta. Kondisi geografis Kota Surakarta yang berbatasan dengan Bengawan Solo, dan juga memiliki beberapa sungai yang mengalir di dalam kota tersebut menyebabkan kota ini memiliki risiko tinggi dari bencana banjir. Fakta kejadian banjir dengan intensitas tinggi tercatat seperti pada Tahun 1966, 2007, dan 2016. Pengkajian tipologi ruang tersebut akan difokuskan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Kali Pepe yang membentang di Kota Surakarta. Ditinjau dari aspek penggunaan lahan, DAS ini melewati kawasan-kawasan pusat perkotaan Surakarta yang memiliki intensitas tinggi dari penduduk dan bangunan, sehingga daerah memiliki kerentanan tinggi dari banjir.

Pada penelitian ini fokus pada tipologi ruang kawasan berisiko banjir dalam mewujudkan kota yang berkelanjutan ditinjau dari aspek daya dukung lingkungan. Daya dukung lingkungan dinilai menurut ambang batas kesanggupan lahan sebagai suatu ekosistem menahan kerusakan dan kepunahan akibat penggunaannya. Daya dukung lingkungan dapat dilihat dari karakteristik lahan dan drainase, karakteristik banjir, dan juga pola penggunaan lahan. Perubahan tata guna lahan yang ada di dalam DAS dapat berpengaruh terhadap karakteristik dan frekuensi banjir pada DAS tersebut (Indarto, 2016).

## METODE PENELITIAN

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan deduktif. Hasil penelitian tersebut, nantinya akan menjawab atas hipotesa yang dilakukan di awal (*Bryman, 2004*). Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan analisis dengan memperhatikan faktor-faktor fisik ruang di Kawasan DAS Kali Pepe. Beberapa tahapan analisis tersebut meliputi analisis karakteristik lingkungan (lahan dan drainase), analisis pola penggunaan lahan,

analisis karakteristik banjir, dan analisis tipologi kawasan berisiko banjir. Sedangkan teknik analisis yang digunakan adalah *scoring* dan spasial. Teknik *scoring* dilakukan dengan cara memberi nilai pada setiap karakteristik lahan, pola penggunaan lahan, dan karakteristik drainase/ sungai. Pemberian penilaian terhadap karakteristik lingkungan, karakteristik pola penggunaan lahan, karakteristik banjir tersebut didasarkan teori dan peraturan-peraturan nasional terkait. SK Mentan NO. 837/KPTS/UI/UM11/1980 dan No. 683/KPTS/UM/8/1981 digunakan untuk menilai karakteristik lahan. Sedangkan penilaian karakteristik drainase (sungai) didasarkan pada kekerasan permukaan sungai dipengaruhi oleh adanya bebatuan, vegetasi, dan sampah (Indarto, 2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/Prt/M/2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan digunakan untuk memberi penilaian terhadap karakteristik banjir.

**Tabel 1. Kerangka Analisis**

Tahapan Penelitian	Input Data	Proses	Output (Luaran)
1. Analisis karakteristik lingkungan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Karakteristik lahan (topografi, jenis tanah, curah hujan, kelerengan tanah, vegetasi)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis skoring</li> <li>Analisis spasial</li> </ul>	Karakteristik lingkungan
2. Analisis karakteristik banjir	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tinggi, luas, lama, frekuensi dari genangan banjir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(<i>overlay, buffering</i>)</li> </ul>	Karakteristik pola penggunaan lahan
3. Analisis pola penggunaan lahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Karakteristik lingkungan teridentifikasi</li> <li>Kondisi eksisting penggunaan lahan dan perubahannya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>teknik Sistem Informasi Geografis (SIG)</li> </ul>	
4. Analisis karakteristik drainase (sungai)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Karakteristik vegetasi</li> <li>Karakteristik persampahan</li> <li>Karakteristik endapan</li> </ul>		Karakteristik drainase/ sungai
5. Analisis tipologi ruang pada kawasan berisiko banjir	<ul style="list-style-type: none"> <li>Karakteristik lingkungan</li> <li>Karakteristik pola penggunaan lahan</li> <li>Karakteristik drainase/ sungai</li> </ul>		Tipologi ruang berisiko banjir

Sumber: Peneliti, 2017

Teknik analisis spasial digunakan untuk mengidentifikasi bentuk ruang di Kawasan DAS Kali Pepe guna menunjang teknik analisis *scoring* yang dilakukan. Teknik analisis spasial dilakukan melalui teknik *overlay (superimpose)*. Teknik ini terkait *spasial join* yakni suatu tabel atribut milik suatu *layer* akan ditambahkan ke dalam tabel atribut milik *layer* lainnya (Prahasta, 2015). Teknik *overlay* ini akan menghasilkan tipologi ruang kawasan berisiko banjir.

Secara garis besar analisis yang dilakukan didasarkan pada data-data eksisting Tahun 2016, namun demikian pada analisis karakteristik banjir dan analisis pola (perubahan) penggunaan lahan didasarkan juga pada data-data kronologi kejadian banjir seperti Tahun 2007. Selain itu, analisis karakteristik banjir dan analisis pola penggunaan lahan tersebut juga didukung oleh data-data primer yang didapat dari proses wawancara dengan penduduk lokal di daerah sekitar Kali Pepe dan Kali Anyar (DAS Kali Pepe) yang telah bermukim lebih dari 30 tahun.

**Tabel 2. Kriteria Karakteristik Lahan dan Drainase**

Kriteria	Kriteria Karakteristik Lahan				Kesesuaian Penggunaan Lahan
	Kelas	Sudut Lereng	Deskripsi	Skor	
Kelerengan Lahan	I	0-8%	Datar	1	Tanaman pertanian lahan basah
	II	>8-15%	Landai	2	Pertanian Lahan kering
	III	>15-25%	Agak Curam	3	Tanaman keras tahunan, baik sebagai tanaman produksi maupun sebagai buffer
	IV	>25-40%	Curam	4	Tanaman keras tahunan terutama sebagai buffer
	V	>40%	Sangat Curam	5	Kawasan Lindung
Jenis Tanah	Kelas	Jenis Tanah		Deskripsi	Skor
	I	Alluvial, Tanah Gley, Planosol, Hidromorf Kelabu, Laterit tanah		Tidak Peka	1
	II	Latosol		Kurang Peka	2
	III	Tanah Hutan Cokelat, Cokelat Tak Bergamping Mediteran		Agak Peka	3
	IV	Andosol, Laterit, Grumosol, Podsol, Podsolik		Peka	4
V	Regosol, Litosol, Organosol, Renzina		Sangat Peka	5	
Intensitas Curah Hujan	Kelas	Interval	Deskripsi	Skor	
	I	0-13,6	Sangat Rendah	1	
	II	13,6-20,7	Rendah	2	
	III	20,7-27,7	Sedang	3	
	IV	27,7-34,8	Tinggi	4	
V	>34,8	Sangat Tinggi	5		
Fungsi Kawasan	Fungsi		Skor		
	Permukiman dan tanaman semusim		5-8.75		
	Kawasan budidaya tanaman tahunan		8.76-12.51		
	Kawasan fungsi penyangga		12.56-16.26		
Kawasan lindung		16.27-20			
Kriteria Karakteristik Drainase					
Perkerasan Drainase				Skor	
Vegetasi, Tidak Ada Sampah, Tidak Ada Endapan				5	
Tidak Ada Vegetasi, Tidak Ada Sampah, Tidak Ada Endapan				4	
Vegetasi, Tidak Ada Sampah, Ada Endapan				3	
Vegetasi, Ada Sampah, Ada Endapan				2	
Tidak Ada Vegetasi, Ada Sampah, Ada Endapan				1	

Sumber: SK Mentan NO. 837/KPTS/UI/UM11/1980; Indarto, 2016

**Tabel 3. Kriteria Karakteristik Banjir**

Parameter	Kriteria Genangan Banjir		Skor
	Deskripsi		
	Tinggi Genangan		
> 0,50 m	Sangat Tinggi		1
0,30 m - 0,50 m	Tinggi		2
0,20 m - < 0,30 m	Sedang		3
0,10 m - < 0,20 m	Rendah		4
< 0,10 m	Dangat Rendah		5
	Luas Genangan		
> 8 ha	Sangat Luas		1

Parameter	Kriteria Genangan Banjir		Skor
		Deskripsi	
4 – 8 ha	Luas		2
2 - < 4 ha	Sedang		3
1 - < 2ha	Sempit		4
< 1ha	Sangat Sempit		5
		Lamanya Genangan	
> 8 jam	Sangat Lama		1
4 – 8 jam	Lama		2
2 - <4 jam	Sedang		3
1 – 2 jam	Sebentar		4
< 1 jam	Sangan Sebentar		5
		Frekuensi Genangan	
10 kali/tahun	Sangat Sering		1
6 kali/tahun	Sering		2
3 kali/tahun	Kurang sering		3
1 kali/tahun	Jarang		4
Tidak pernah	Sangat Jarang		5

Sumber: Permen PU No.12/Prt/M/2014

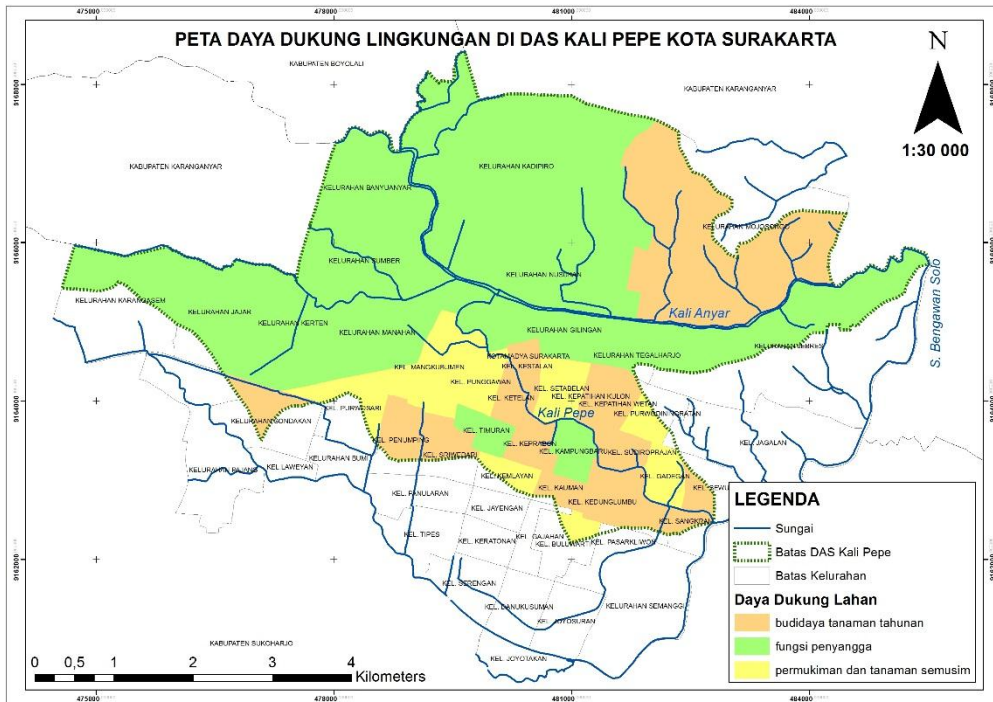
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Lahan didominasi Fungsi Kawasan Penyangga

Penentuan fungsi kawasan didasarkan pada karakteristik lahannya. Pada Kawasan DAS Kali Pepe, sebagian besar kesesuaian fungsinya sebagai kawasan penyangga. Kawasan ini diarahkan untuk melindungi kawasan budidaya di sekitarnya. Fungsi kawasan ini mendominasi di bagian utara dan barat dari DAS Kali Pepe. Sedangkan pada wilayah selatan dari Kawasan DAS Kali Pepe, karakteristik lahannya dapat diarahkan sebagai kawasan permukiman dan budidaya tanaman semusim seperti tanaman pangan. Salah satu kriteria utama terkait fungsi permukiman dapat dikembangkan karena kelerengan wilayah yang cukup datar (berkisar 0-8 %). Kesesuaian fungsi kawasan di DAS Kali Pepe dapat diperjelas pada Gambar 1.

### Dinamika Pola Penggunaan Lahan di Daerah Sempadan Sungai

Pola penggunaan lahan dan sebaran bangunannya merupakan salah satu kriteria penentuan tipologi ruang. Penggunaan lahan di sekitar kawasan DAS Kali Pepe didominasi oleh penggunaan lahan permukiman, serta perdagangan dan jasa. Pada Kawasan DAS Kali Pepe lama (bagian selatan), tingkat kepadatan bangunan tergolong tinggi, karena kawasan tersebut merupakan kawasan pusat kota yang pembangunannya lebih cepat dibandingkan pada kawasan bagian utara atau di sekitar kawasan DAS Kali Pepe baru. Perubahan pola penggunaan lahan di Kawasan DAS Kali Pepe tergolong dinamis. Sebagai contoh, selama kurang lebih 10 tahun pada kawasan ini terdapat perubahan guna lahan seperti terjadi pada kawasan sekitar sempadan Sungai Kali Anyar (DAS Kali Pepe Baru) di Kelurahan Mojosongo dan Kelurahan Jebres. Upaya pengurangan risiko banjir menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi perubahan pola penggunaan lahan yang terjadi. Sebagai contoh, sebelum Tahun 2006 kawasan tersebut masih merupakan kawasan permukiman. Guna mengurangi risiko banjir, Pemerintah Kota Surakarta merelokasi warga dari daerah tersebut ke Kelurahan Mojosongo bagian utara, dan kemudian memanfaatkan daerah sempadan sungai tersebut sebagai ruang terbuka hijau yang dapat digunakan untuk kegiatan publik.



Sumber: Analisis, 2017

**Gambar 1. Peta Kesesuaian Fungsi Kawasan di DAS Kali Pepe**



Sumber: Google Earth, 2007 dan 2016

**Gambar 2. Contoh Perubahan Pola Penggunaan Lahan di Sempadan Kali Pepe Tahun 2007 dan 2016**

### Penurunan Risiko Banjir di Bagian Hulu dan Hilir Kawasan DAS Kali Pepe

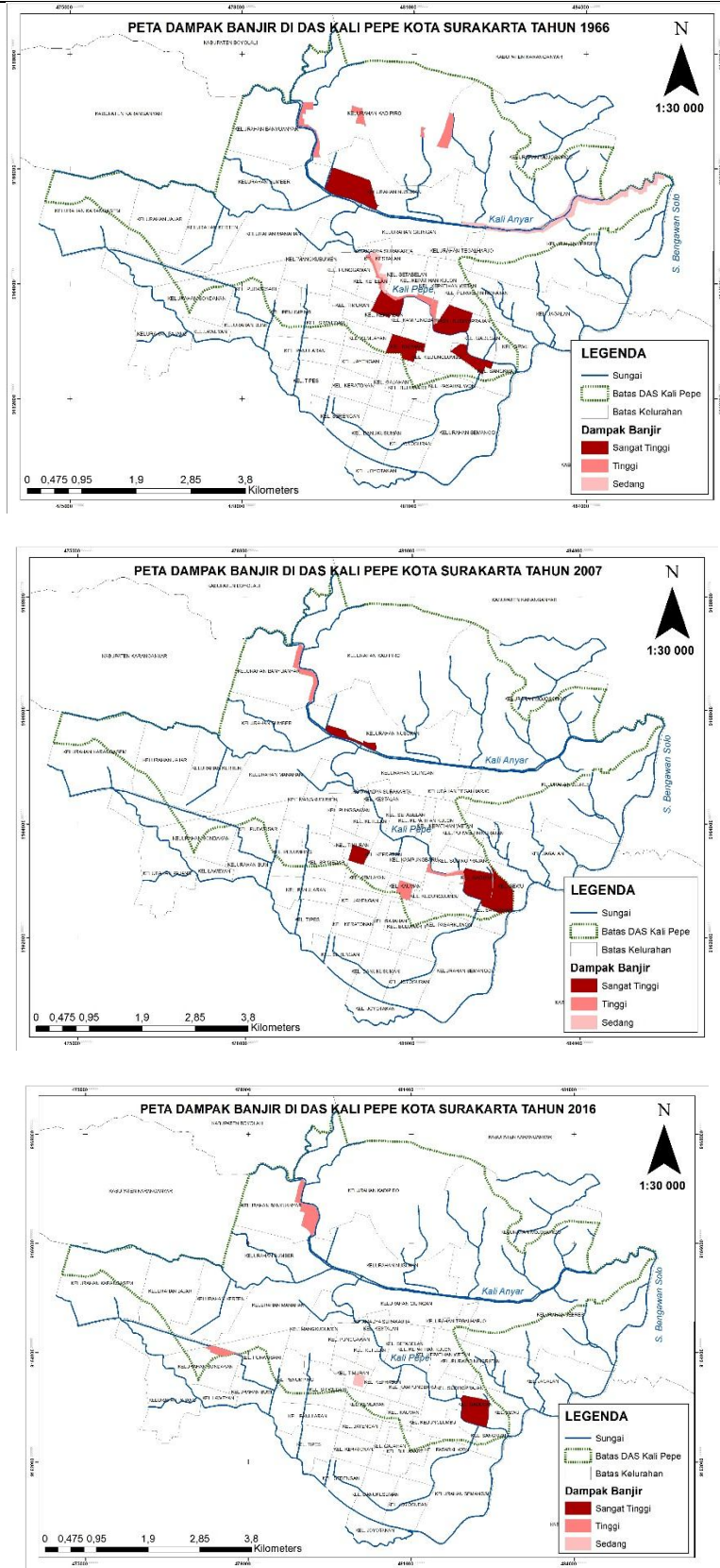
Analisis karakteristik banjir di DAS Kali Pepe didasarkan pada kriteria-kriteria meliputi ketinggian banjir, lama genangan, frekuensi banjir, dan luasan genangan. Berdasarkan data wawancara dengan penduduk lokal di sekitar Kawasan DAS Kali Pepe diketahui bahwa kejadian banjir yang signifikan terjadi pada Tahun 1966, 2007, dan 2016. Hasil analisis *scoring* karakteristik banjir di DAS Kali Pepe didominasi oleh penilaian dampak banjir tinggi dan sangat tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa Kawasan DAS Kali Pepe ini memiliki risiko banjir yang tinggi. Dampak banjir di DAS Kali Pepe, terutama terjadi di wilayah di dekat aliran sungai. Namun demikian, Kawasan DAS Kali Pepe jika dilihat dari kecenderungan dampak banjir dari tahun-tahun sebelumnya mengalami penurunan.

**Tabel 4. Karakteristik Banjir DAS Kali Pepe**

Kelurahan	Keterangan	Skor Akhir	Dampak Banjir
Sudiroprajan	Banjir 2007	12	Sedang
Stabelan	Banjir 1966	9	Tinggi
Kepatihan Kulon	Banjir 1966	9	Tinggi
Ketelan	Banjir 1966	10	Tinggi
Kepatihan Wetan	Banjir 1966	11	Tinggi
Timuran	Banjir 2016	12	Sedang
Kedunglumbu	Banjir 2007	10	Tinggi
Sondakan	Banjir 2016	9	Tinggi
Purwodiningratan	Banjir 2007	9	Tinggi
Kestalan	Banjir 1966	13	Sedang
Kauman	Banjir 2007	9	Tinggi
Mojosongo	Banjir 1966	14	Sedang
Timuran	Banjir 2007	7	Sangat Tinggi
Nusukan	Banjir 2007	8	Sangat Tinggi
Banyuanyar	Banjir 2007	10	Tinggi
Sangkrah	Banjir 2007	7	Sangat Tinggi
Sangkrah	Banjir 1966	7	Sangat Tinggi
Keprabon	Banjir 1966	7	Sangat Tinggi
Banyuanyar	Banjir 2016	10	Tinggi
Kauman	Banjir 1966	8	Sangat Tinggi
Kadipiro	Banjir 1966	9	Tinggi
Jebres	Banjir 1966	14	Sedang
Gandekan	Banjir 2016	7	Sangat Tinggi
Gandekan	Banjir 2007	7	Sangat Tinggi
Sudiroprajan	Banjir 1966	7	Sangat Tinggi
Nusukan	Banjir 1966	7	Sangat Tinggi
Sewu	Banjir 2007	6	Sangat Tinggi

*Sumber: Analisis, 2017*

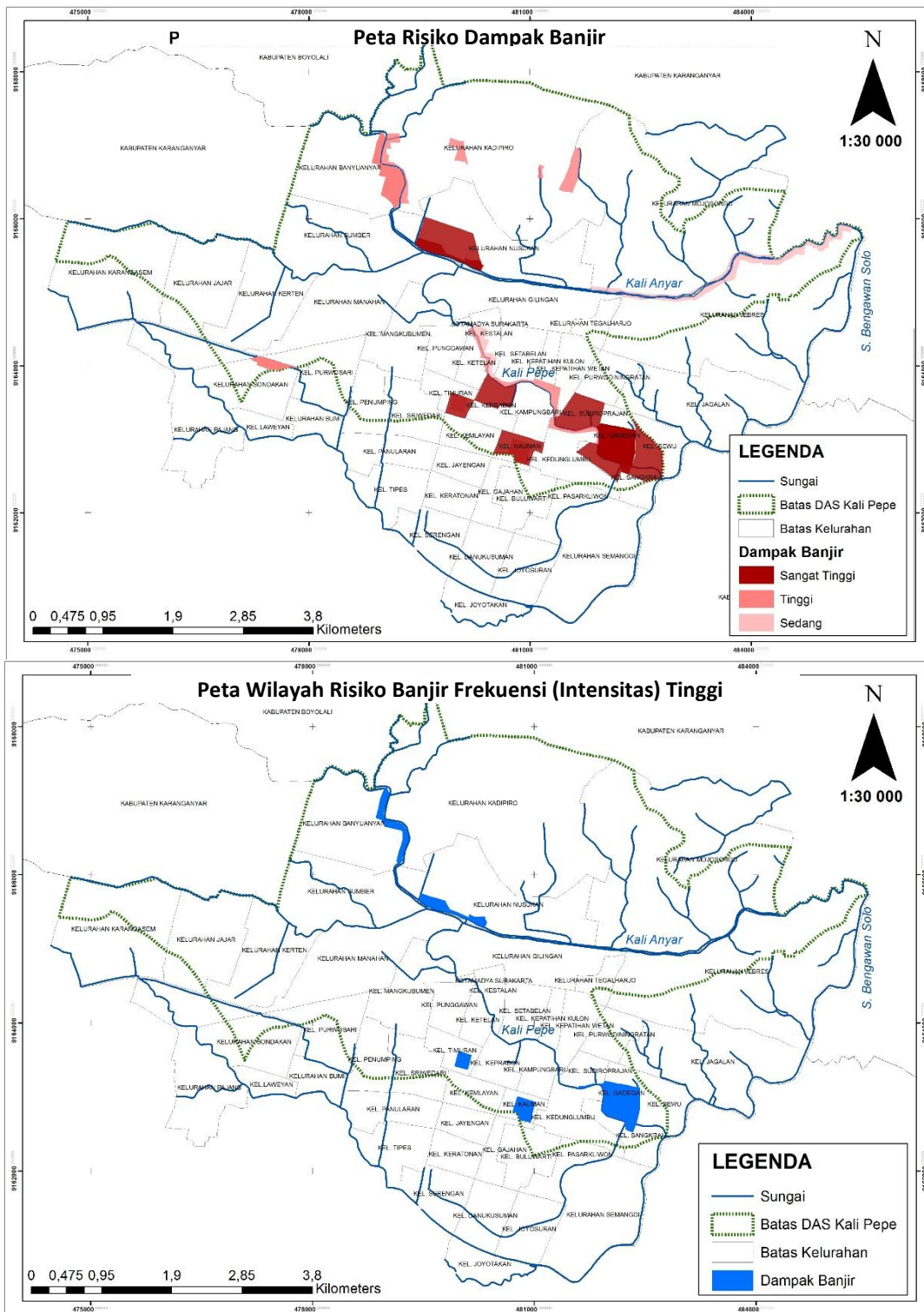




Sumber: Data Primer, 2017

Gambar 3. Peta Dampak Banjir DAS Kali Pepe Tahun 1966 (atas), 2007 (tengah), 2016 (bawah)





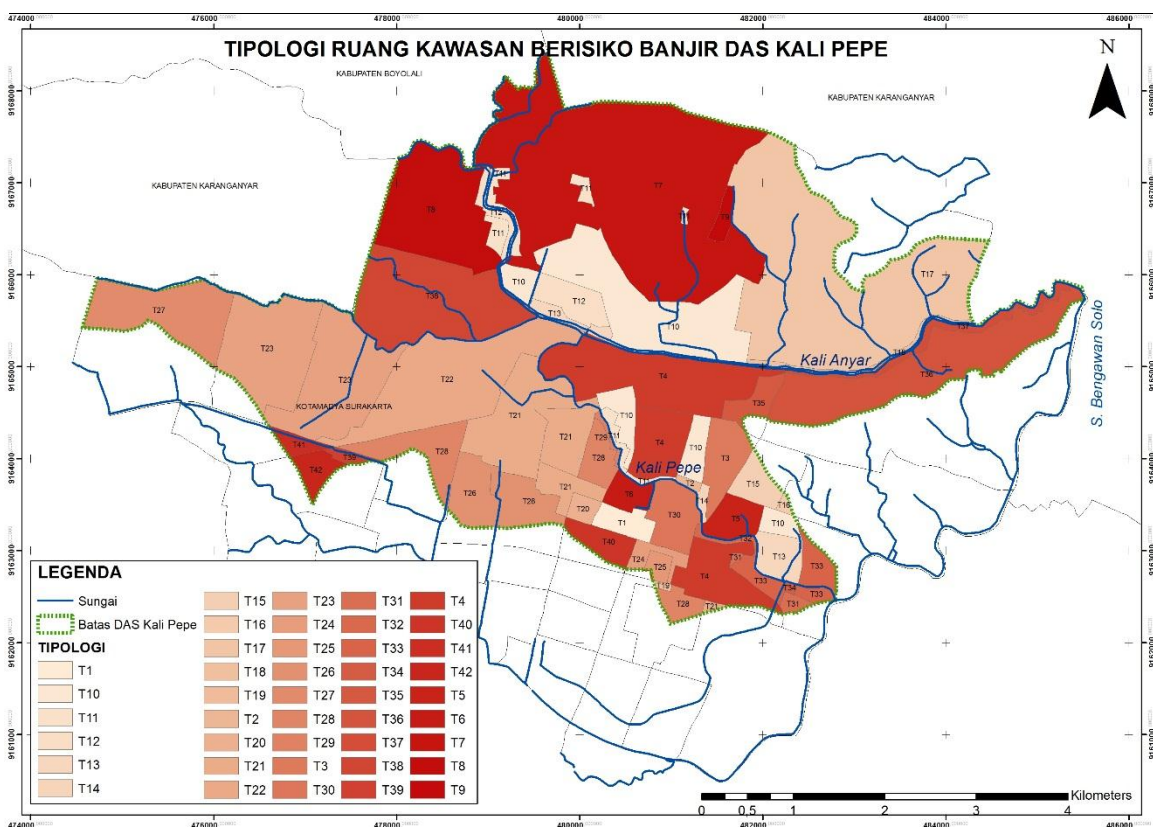
Sumber: Data Primer, 2017

**Gambar 4. Peta Risiko Dampak Banjir dan Wilayah Risiko Frekuensi Banjir Intensitas Tinggi di DAS Kali Pepe**

Berdasarkan hasil teknik analisis spasial *overlay*, dapat diketahui dampak banjir di DAS Kali Pepe. Beberapa variasi risiko dampak banjir terdapat di Kawasan DAS Kali Pepe. Risiko dampak banjir sangat tinggi dan tinggi berada di keseluruhan Wilayah Kelurahan Gandekan, dan beberapa bagian wilayah kelurahan lainnya seperti Kelurahan Sewu, Sudiroprajan, Keprabon, Kauman, Timuran, Banyuanyar dan Kadipiro. Sedangkan wilayah risiko banjir intensitas tinggi berada hanya di Kelurahan Gandekan, Timuran, Kauman, Banyuanyar dan Nusukan. Hal ini menunjukkan bahwa risiko banjir di Kawasan DAS Kali Pepe terjadi di bagian hilir maupun hulunya. Fakta ini mendasari perlunya integrasi sistem hulu-hilir dalam pertimbangan manajemen ruang di DAS Kali Pepe.

**Tipologi Ruang Berisiko Banjir di Kawasan DAS Kali Pepe**

Tipologi ruang DAS Kali Pepe didapatkan dari *overlay* karakteristik lingkungan (lahan dan drainase), pola penggunaan lahan dan sebaran bangunan, dan karakteristik banjir. Dari *overlay* tersebut diketahui bahwa Kawasan DAS Kali Pepe memiliki 42 tipologi ruang. Setiap jenis ruang memiliki minimal satu kriteria karakteristik yang berbeda dengan jenis ruang yang lainnya baik dari kriteria daya dukung lingkungan (karakteristik lahan dan karakteristik drainase), karakteristik pola penggunaan lahan, ataupun karakteristik banjirnya. Berikut ini merupakan gambaran tipologi ruang di DAS Kali Pepe.



Sumber: Peneliti, 2017

**Gambar 5. Peta Tipologi Tata Ruang Kawasan Risiko Banjir DAS Kali Pepe**

Dari 42 jenis ruang yang ada di Kawasan DAS Kali Pepe, hanya 18 jenis ruang yang merupakan wilayah berisiko banjir. Wilayah yang mengalami dampak banjir sangat tinggi berada di kawasan permukiman yang dominasinya berdensitas bangunan dan penduduk

padat seperti di Kelurahan Gandekan, Nusukan, dan Sangkrah. Wilayah ini berada di kelerengan datar maupun landai, jenis tanah mediteran coklat, dan dipastikan memiliki perkerasan drainase buruk.

Sedangkan wilayah yang memiliki dampak banjir tinggi berada di sebagian Kelurahan Sudiroprajan, Keprabon, Banyuanyar, Nusukan, Timuran, Kauman, Sewu, dan Sangkrah. Pada wilayah ini penggunaan lahannya bervariasi berupa permukiman, perdagangan, perkantoran, dan pendidikan. Kelerengan datar mendominasi di wilayah ini. Jenis tanahnya bervariasi berupa mediteran coklat, regosol kelabu. Sebagian besar perkerasan drainasenya buruk.

Wilayah yang memiliki dampak banjir sedang meliputi sebagian Kelurahan Kepatihan Kulon, Kadipiro, Kestalan, Setabelan, Banyuanyar, Kepatihan Wetan, Mojosongo, Kauman, Ketelan, Kedunglumbu, Jebres, dan Sondakan. Wilayah ini memiliki keseluruhan kriteria karakteristik yang bervariasi, baik dari penggunaan lahan, karakteristik lahan, dan perkerasan drainasenya.

**Tabel 5. Tipologi Ruang Berisiko Banjir di Kawasan DAS Kali Pepe**

No	Kelurahan	Dampak Banjir	Penggunaan Lahan	Karakteristik Lahan			Perkerasan Drainase	Tipologi
				Kelerengan	Jenis Tanah	Curah Hujan		
1	Kepatihan Kulon	Banjir Sedang	Perdagangan	Datar	Mediteran Coklat	Rendah	Buruk	T2
2	Sudiroprajan	Banjir Tinggi	Permukiman, Perdagangan	Datar	Mediteran Coklat	Rendah	Buruk	T5
3	Keprabon	Banjir Tinggi	Permukiman, Perkantoran	Datar	Mediteran Coklat	Rendah	Buruk	T6
4	Kadipiro	Banjir Sedang	Permukiman, Sawah	Datar	Mediteran Coklat	Rendah	Buruk	T9
5	Kestalan, Setabelan, Kadipiro, Banyuanyar	Banjir Sedang	Permukiman	Datar	Mediteran Coklat	Rendah	Buruk	T11
6	Banyuanyar, Nusukan	Banjir Tinggi	Permukiman	Datar	Mediteran Coklat	Rendah	Buruk	T12
7	Nusukan, Gandekan	Banjir Sangat Tinggi	Permukiman	Datar	Mediteran Coklat	Rendah	Buruk	T13
8	Kepatihan Wetan	Banjir Sedang	Perdagangan	Datar	Mediteran Coklat	Rendah	Baik	T14
9	Mojosongo	Banjir Sedang	Permukiman	Datar	Gromosol Kelabu Tua	Rendah	Buruk	T18
10	Timuran	Banjir Tinggi	Perdagangan	Datar	Regosol Kelabu	Rendah	Buruk	T20
11	Kauman	Banjir Sedang	Permukiman, Kesehatan	Datar	Regosol Kelabu	Rendah	Baik	T24
12	Kauman	Banjir Tinggi	Permukiman, Pendidikan	Datar	Regosol Kelabu	Rendah	Baik	T25
13	Ketelan	Banjir Sedang	Permukiman	Datar	Regosol Kelabu	Rendah	Baik	T29
14	Kedunglumbu	Banjir Sedang	Permukiman	Landai	Mediteran Coklat	Rendah	Buruk	T32
15	Sewu, Sangkrah	Banjir Tinggi	Permukiman	Landai	Mediteran Coklat	Rendah	Buruk	T33
16	Sangkrah	Banjir Sangat Tinggi	Permukiman	Landai	Mediteran Coklat	Rendah	Buruk	T34
17	Jebres	Banjir Sedang	Permukiman	Landai	Gromosol Kelabu Tua	Rendah	Buruk	T37
18	Sondakan	Banjir Sedang	Perdagangan	Landai	Regosol Kelabu	Rendah	Baik	T39

Sumber: Analisis, 2017

Kondisi-kondisi tersebut menunjukkan bahwa karakteristik lahan cenderung tidak berkorelasi terhadap intensitas dampak banjir. Sedangkan pola penggunaan lahan memiliki kecenderungan berkorelasi terhadap intensitas dampak banjir. Selain itu karakteristik perkerasan drainase juga cenderung berkorelasi dengan dampak banjir. Berdasarkan fakta-fakta tersebut, model penataan ruang di Kawasan DAS Kali Pepe dapat dikonsentrasikan pada rekayasa ruang kawasan permukiman, terutama yang memiliki intensitas kepadatan tinggi dari bangunan dan penduduk. Ruang-ruang terbangun di daerah sekitar aliran sungai perlu dibatasi pertumbuhannya karena penambahan ruang terbangun berkorelasi dengan risiko dampak banjir. Disamping itu, rekayasa infrastruktur sebaiknya memperhatikan pada sistem aliran sungai hulu dan hilir, karena terkait dengan efektivitas sistem drainase yang berkorelasi terhadap risiko dampak banjir.

## KESIMPULAN

Tipologi ruang di Kawasan DAS Kali Pepe ditinjau dari segi daya dukung lingkungannya terdiri atas 42 jenis ruang. Namun demikian, hanya 18 jenis ruang yang merupakan wilayah berisiko banjir. 18 jenis ruang tersebut merupakan kawasan-kawasan yang memiliki dominasi intensitas lahan terbangun yang tinggi (sebagian besar permukiman padat) dan karakteristik drainase yang buruk. Sedangkan karakteristik lahan di 18 jenis ruang tersebut bervariasi dan tidak berkorelasi signifikan terhadap intensitas dampak banjir. Dari 18 jenis ruang tersebut, kawasan-kawasan yang memiliki intensitas dampak banjir sangat tinggi dan tinggi sebagian besar terletak di DAS Kali Pepe Lama (aliran sungai yang mengalir ke arah tenggara) terutamanya bagian hilir, sedangkan pada DAS Kali Pepe Baru (aliran sungai yang mengalir ke arah timur/ Kali Anyar) hanya terdapat kawasan-kawasan yang memiliki intensitas dampak banjir sedang. Pada DAS Kali Pepe Lama merupakan kawasan-kawasan pusat perkotaan dan embrio morfologi Kota Surakarta yang terdapat intensitas kepadatan bangunan tinggi. Sedangkan 24 jenis ruang yang tidak berisiko banjir, sebagian besar kawasan-kawasan yang berada tidak berbatasan langsung dengan sempadan Kali Pepe, dan memiliki intensitas bangunan yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan intensitas bangunan pada kawasan-kawasan yang berada di 18 jenis ruang berisiko banjir.

Berdasarkan hasil tersebut, kesimpulan dari penelitian ini yakni pola penggunaan lahan (karakteristik kawasan terbangun), serta karakteristik drainase memiliki pengaruh signifikan terhadap tipologi ruang berisiko banjir. Berdasarkan tipologi kawasan yang telah teridentifikasi, dapat diarahkan untuk model penataan ruang di kawasan berisiko banjir harus mempertimbangkan pada prioritas penanganan kawasan permukiman utamanya dengan intensitas kepadatan bangunan tinggi, pembatasan ruang terbangun di kawasan-kawasan sekitar aliran sungai primer, dan rekayasa infrastruktur drainase yang harus mempertimbangkan kesatuan sistem hidrologi hulu-hilir aliran sungai.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sebelas Maret (UNS) yang telah membiayai penelitian ini dalam skema pendanaan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) Tahun Anggaran 2017.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana, "Sebaran Kejadian Bencana Per Kabupaten/ Kota 1815 s/d 2017", *Data dan Informasi Bencana Indonesia* [Web], diakses 15 Februari 2017, <http://dibi.bnpb.go.id/DesInventar/dashboard.jsp?countrycode=id&continue=y&lang=ID>
- Brody, S.D., Highfield, W.E., 2013, "Open space protection and flood mitigation: A national study", *Land Use Policy* Vol. 32, pp. 89–95
- Gilbuena Jr., R., Kawamura, A., Medina, R., Nakagawa, N., Amaguchi, H., 2013, "Environmental impact assessment using a utility-based recursive evidential reasoning approach for structural flood mitigation measures in Metro Manila, Philippines", *Journal of Environmental Management*, Vol. 131, pp. 92-102.
- Hong, Y., Adhikari, P., Gourley, J.J., 2013, "Flood Hazard and Disaster", in: Bobrowsky, P.T., *Encyclopedia of Natural Hazards*, Dordrecht: Springer Science+Business Media.
- Indarto. 2016. Hidrologi: Analisis dan Tool Untuk Interpretasi Hidograf Alitan Sungai. Jakarta: PT. Bumi Aksara Group
- Kousky, C & Walls, M., 2014, "Analysis Floodplain conservation as a flood mitigation strategy: Examining costs and benefits", *Ecological Economics* Vol. 104, pp. 119–128.
- Liao, K., Le, T.A., Nguyen, K.V., 2016, "Urban design principles for flood resilience: Learning from the ecological wisdom of living with floods in the Vietnamese Mekong Delta", *Landscape and Urban Planning*, Vol. 155, pp. 69–78.
- Miladan, N., 2016, "Communities' Contributions to Urban Resilience Process: a Case Study of Semarang City (Indonesia) Toward Coastal Hydrological Risk", PhD Dissertation in Spatial Planning and Urbanism, Université Paris-Est and Universitas Diponegoro.
- Mohit, M.A., Sellub, G.M., 2013, "Mitigation of Climate Change Effects through Non-structural Flood Disaster Management in Pekan Town, Malaysia", *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 85, pp. 564 – 573.
- Pemerintah Kota Surakarta, 2016, "BPBD Kota Surakarta Waspada 21 Kelurahan Rawan Banjir", *Berita Kota* [Web], diakses 15 Februari 2017, <http://www.surakarta.go.id/konten/bpbd-kota-surakarta-waspada-21-kelurahan-rawan-banjir>
- Preahasta, Eddy. 2015. *SIG Tutorial ArcGIS untuk Bidang Geodesi & Geomatika*. Bandung: Informatika.
- Ran, J., Nedovic-Budic, Z., 2016, "Integrating spatial planning and flood risk management: A new conceptual framework for the spatially integrated policy infrastructure", *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 57, pp. 68–79
- Soemarwoto, Otto. 2000. *Analisa Dampak Lingkungan*. Yogyakarta: Gadjahmada University Press.
- Sugiono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Bandung. CV. Alfabeta
- Tingsanchali, T., 2011, "Urban Flood Disaster Management", *Procedia Engineering*, vol. 32, pp. 25-37.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR), 2012, "Annual Report 2011", *UNISDR* [Web], diakses 15 Februari 2017, [http://www.unisdr.org/files/27627\\_ar2011v2.pdf](http://www.unisdr.org/files/27627_ar2011v2.pdf)
- Undang-undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana
- Wisner, B., Blaikie, P. Cannon, T, Davis, I., 2003, *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*, London/ New York: Routledge.