



## Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Untuk Kajian Tingkat Kerentanan Banjir di Kecamatan Tirto Kabupaten Pekalongan

Nur Rokhayati<sup>✉</sup>, Sriyono.

Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*  
Diterima 20 Mei 2018  
Disetujui 4 Januari 2018  
Dipublikasikan 24 Mei 2018

*Keywords:*  
GIS, Susceptibility, Flood,  
Flood Characteristic..

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan: (1) Mengidentifikasi tingkat kerentanan banjir dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis. (2) Mengetahui karakteristik banjir yang terjadi sesuai dengan tingkat kerentanan banjirnya. (3) Merumuskan upaya pengelolaan kawasan berdasar tingkat kerentanan banjirnya. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif deskriptif dengan teknik *scoring* dan *overlay* sebagai teknik analisis datanya. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kerentanan banjir kelas rentan mencakup luas 11,07 km<sup>2</sup>, kelas sangat rentan 7,98 km<sup>2</sup> dan kelas agak rentan 1,89 km<sup>2</sup>. Karakteristik banjir berupa banjir kiriman dan rob (tahunan) terjadi di kelas sangat rentan, banjir musiman (periode ulang 5-10 tahunan) terjadi di kelas rentan banjir, kelas agak rentan banjir adalah daerah tidak pernah banjir yang mengakibatkan kerugian. Upaya pengelolaan kawasan berpotensi banjir di daerah sangat rentan dengan pembangunan pengendali banjir (tanggul/dinding penahan sungai dan laut, polder, *flood proofing*), dikelas rentan dan agak rentan upaya pengelolaan kawasannya tidak jauh berbeda yaitu normalisasi sungai dan perbaikan drainase, pembuatan *artificial recharge* pada bangunan bertingkat dan pembangunan pemukiman harus sesuai dengan ketentuan undang-undang penataan ruang serta pembangunan teknologi konservasi air di lahan kosong.

### Abstract

*This study purposed to: (1) Identify flood susceptibility level by using Geographic Information System (2) To know flood characteristics that occur in accordance with flood susceptibility level (3) Formulate effort of area management based on flood susceptibility level. The research use descriptive quantitative research method, with technique scoring and overlay for data analysis technique it. The results showed susceptible flood susceptibility covering an area of 11.07 km<sup>2</sup>, a very susceptible class of 7.98 km<sup>2</sup> and a slightly susceptible class of 1.89 km<sup>2</sup>. Flood characteristics in the form of deluge and rob (annual) floods occur in very susceptible classes, seasonal floods (5-10 annual repeat periods) occur in flood-prone classes, rather susceptible flooded classes are never flooded areas that result in losses. Efforts to manage potentially flooded areas in the regions are particularly susceptible to the construction of flood controls (dikes / river and marine water walls, polder, flood proofing), susceptible and somewhat susceptible areas of management of the area not much different from the normalization of rivers and drainage improvements, making artificial recharge on multilevel buildings and settlement development must be in accordance with the provisions of spatial law and the development of water conservation technology in vacant land.*

© 2018 Universitas Negeri Semarang

<sup>✉</sup> Alamat korespondensi:  
Gedung C1 Lantai 1 FIS Unnes  
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229  
E-mail: [geografiunnes@gmail.com](mailto:geografiunnes@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Undang-undang nomor 24 tahun 2007 mengharuskan setiap pemerintah daerah mempunyai dokumen PRB (Pengurangan Resiko Bencana) sebagai dasar dalam penyusunan rencana aksi guna meminimalisir risiko dan dampak negatif jika terjadi bencana. Salah satu aspek penting dalam identifikasi risiko bencana adalah informasi lokasi-lokasi yang memiliki kerentanan bencana.

Intensitas curah hujan lebat yang tak terduga pada suatu daerah bertopografi rendah, membuat kondisi daerah ini dapat berubah dengan cepat akibat banjir, oleh karena itu pemantauan daerah banjir menjadi sangat penting dilakukan untuk menyusun strategi penanggulangan dari kemungkinan banjir yang akan datang (Tjahjono, 2001:1).

Beberapa tahun terakhir Kecamatan Tirto menjadi wilayah langganan banjir terparah. Letak Kecamatan Tirto yang berada di dataran rendah yang berhadapan langsung dengan laut Jawa ditambah geomorfologinya berupa dataran alluvial yang menunjukkan wilayah ini mendapat pengaruh luapan sungai, banyak aliran sungai, dan kepadatan penduduk yang cukup tinggi sehingga saat intensitas curah hujan tinggi, terjadi luapan air laut (rob) ditambah dengan sistem drainase yang buruk membuat kecamatan ini terutama yang wilayahnya berada di pesisir menjadi daerah langganan banjir dengan ketinggian air bisa sampai 1 meter (Banyumasnews. Com, 2014).

Sepanjang tahun 2014 terdapat 25 kali kejadian banjir yang melanda Kecamatan Tirto, jauh lebih banyak di banding kecamatan lainnya di Kabupaten Pekalongan (Rekap Kebencanaan Kabupaten Pekalongan, 2014). Hampir seluruh desa/kelurahan di Kecamatan Tirto di tahun 2014 dilanda banjir hingga ketinggian 30-100 cm. Terparah di Desa Mulyorejo dengan kejadian banjir terbanyak

yaitu 5 kali kejadian banjir sepanjang tahun 2014, hingga sampai saat ini dibeberapa titik di desa tersebut masih tergenang banjir.

Kejadian banjir yang terjadi pada bulan Juni tahun 2016 di Kecamatan Tirto tepatnya di Desa Jeruksari, Desa Karangjampo, Desa Tegaldowo dan Desa Mulyorejo, hampir 3000 rumah penduduk tergenang banjir, dari 13.585 jiwa penduduk, 840 jiwa penduduk menjadi pengungsi akibat banjir yang melanda semakin parah dengan rata-rata ketinggian banjir hingga satu meter (Laporan Kejadian Banjir Rob Kecamatan Tirto, 2016), wilayah yang terkena dampak banjir semakin meluas, bahkan di daerah-daerah tertentu banjir tak juga surut hingga beberapa minggu.

Kondisi sungai-sungai yang melewati Kecamatan Tirto telah mengalami pendangkalan karena kemiringan dasar sungai yang landai mengakibatkan terjadinya sedimen-tasi, sehingga mengurangi kapasitas pengaliran. Kondisi demikian membuat sungai tidak mampu menampung debit air saat musim penghujan, sehingga timbul luapan banjir yang menggenangi wilayah Kecamatan Tirto.

Kerentanan banjir (*suscept-tibility flood*) adalah tingkat kemundahan suatu daerah untuk terlanda banjir (Dibyo Saputro, 1984 dalam Yusuf, 2005:149). Hal ini terkait dengan kemudahan kondisi fisik dan lingkungan suatu daerah menjadi sasaran bencana banjir. Pengelolaan kawasan banjir juga perlu dilakukan untuk mengurangi kerugian yang dialami masyarakat (Sriyono, dan Dewi, L.S. 2006:1).

Melalui Sistem Informasi Geografis diharapkan akan mempermudah penyajian informasi spasial khususnya yang terkait dengan daerah-daerah sasaran banjir di Kecamatan Tirto Kabupaten Pekalongan, informasi daerah yang berpotensi banjir berdasar tingkat kerentanannya serta karakteristik banjir yang terjadi dapat dijadikan sebagai upaya evaluasi untuk meminimalisir terjadinya banjir pada daerah berpotensi tinggi serta upaya penanganan

kawasan yang tepat berdasar tingkat kerentanan daerah terhadap bencana banjir.

Peta kerentanan wilayah terhadap banjir merupakan bagian dari sistem peringatan dini dari bahaya banjir sehingga akibat dari banjir dapat diperkirakan serta dapat menjadi pedoman pemerintah dalam per-timbangan pembangunan wilayah. Oleh karena itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis untuk Kajian Tingkat Kerentanan Banjir di Kecamatan Tirto Kabupaten Pekalongan ”dengan tujuan: (1) Mengidentifikasi persebaran tingkat kerentanan banjir dengan meng-gunakan Sistem Informasi Geogra-fis.(2) Mengetahui karakteristik banjir yang terjadi sesuai dengan tingkat kerentan banjirnya. (3) Menentukan upaya pengelolaan kawasan berdasar tingkat kerentanan banjirnya.

## METODE

Penelitian ini dilakukan di wilayah Kecamatan Tirto, obyek dalam penelitian ini adalah daerah yang berpotensi menjadi sasaran bencana banjir. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif diskriptif.

Penelitian ini menggunakan dua jenis teknik pengambilan sampel, yaitu untuk validasi hasil pemetaan kerentanan banjir oleh SIG, peneliti menggunakan *random sampling* sebagai teknik pengam-bilan sampelnya. *Random sampling* sendiri merupakan teknik pengam-bilan sampel dengan memberi kesempatan yang sama untuk dipilih bagi setiap individu atau unit dalam keseluruhan populasi tanpa adanya kriteria tertentu dalam pemilihan titik sampel (Tika, 2005:25) namun tetap mewakili kondisi fisik daerah berdasarkan tingkat kerentanan banjir. Sedangkan *purposive sampling* yang merupakan teknik pengambilan sampel yang diambil mempunyai tujuan dan kriteria tertentu yang dapat mewakili populasi (Tika, 2005:25), digunakan untuk wawancara penduduk

terkait informasi mengenai karakteristik banjir dan upaya pengendalian banjir yang sudah dilakukan di daerah tergenang banjir dan rob, wawancara yang dilakukan secara tidak terstruktur, kriteria responden yaitu pegawai pemerintahan terkait dan penduduk yang berada di permukiman sangat rentan banjir, kepala rumah tangga, atau orang yang telah dewasa, dan warga setempat yang dapat memberikan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Jumlah sampel yang diambil sebanyak 35 titik sampel (untuk validasi peta tingkat kerentanan banjir).

Variabel dalam penelitian ini adalah: (1) Parameter penentu tingkat kerentanan banjir berdasar aspek lingkungan berupa data spasial ketinggian wilayah, bentuklahan, penggunaan lahan, jenis tanah, curah hujan dan *buffer* sungai. (2) Karakteristik banjir (tinggi genangan, lama genangan, luas genangan dan jenis banjir). (3) upaya pengelolaan kawasan berpotensi banjir dengan memperhatikan kondisi lingkungan dan sarana prasarana. Metode pengumpulan data yang digunakan meliputi metode dokumentasi, cek lapangan, dan wawancara. Sumber data yang berasal dari data primer dan data sekunder (data spasial dan data atribut).

Analisis data digunakan untuk menjawab tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini analisis data menggunakan metode *overlay* (Tumpang Susun), pengharkatan (*scoring*) dan analisis deskriptif. Pengharkatan dimasukan sebagai pemberi skor terhadap masing-masing kelas dalam setiap parameter yang digunakan seperti yang disajikan dalam Tabel 1.

Pemberian skor didasarkan pada penelitian-penelitian terdahulu yang mempunyai kajian sama dan juga berdasar seberapa besar pengaruh parameter tersebut terhadap banjir disesuaikan dengan kondisi wilayah kajian, semakin tinggi pengaruhnya terhadap banjir maka skor dan bobot yang diberikan semakin tinggi pula.

Teknik tumpangtumpukan/overlay ke empat parameter yang digunakan dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis (SIG) melalui perangkat lunak *Arc-Gis* 10.1. Analisis Deskriptif bertujuan untuk mendeskripsikan hasil penelitian yang ditemukan di lapangan baik dari pengamatan lapangan maupun hasil dari wawancara. Hasil yang dideskripsikan merupakan uraian

informasi yang digambarkan secara jelas untuk menjawab apa yang telah menjadi tujuan dalam penelitian ini. Analisis deskriptif ini dilakukan untuk memberikan informasi mengenai sebaran tingkat kerentanan banjir, karakteristik banjir dan penentuan upaya pengelolaan kawasan sesuai tingkat kerentanannya.

**Tabel 1.** Klasifikasi Parameter Tingkat Kerentanan Banjir.

No	Parameter	Indikator	Skor	Bobot
1	Ketinggian Wilayah (mdpl)	≤3	9	30
		4-6	7	
		7-9	5	
		10-12	3	
		13-15	1	
		≥16		
2	Bentuklahan	Dataran pasang surut, Rawa, Pantai	9	25
		Dataran alluvial, Dataran Banjir	7	
		Dataran vulkan	5	
		Kerucut vulkan	3	
		Pegunungan, Perbukitan	1	
3	Jenis Tanah	Aluvial, Planosol, Hidromorf, Aluvial Kelabu, Andosol	5	15
		Latosol, Latosol Mediteran	3	
		Grumosol	1	
4	Penggunaan Lahan	Lahan terbuka, sungai, waduk rawa, tambak	9	15
		Permukiman, Pekarangan, Sawah	7	
		Semak Belukar, alang-alang	5	
		Tegalan, Kebun, Perkebunan	3	
		Hutan Magrove, Tanah Berbatu, Pasir pantai	1	
5	Curah Hujan Rata-rata (Pertahun)	>3501 mm	5	10
		2501 mm-3500 mm	3	
		2000 mm-2500 mm	1	
6	Buffer Sungai (meter)	0-100	7	5
		101-200	5	
		201-300	3	
		>301	1	

Sumber: Utomo (2004), Nurjanah (2005) dalam Primayuda (2006), dan Dulbahri (1992) dalam Adriyani (2010), dengan modifikasi.

Penentuan tingkat kerentanan banjir berdasarkan jumlah skor dari seluruh indikator setiap parameter dikalikan bobot, yang kemudian diklasifikasikan menjadi tiga kelas (sangat rentan, rentan dan agak rentan). Klasifikasi tingkat kerentanan banjir ada pada Tabel 2.

Validasi keakuratan Sistem Informasi Geografis dalam mengidentifikasi tingkat kerentanan banjir dapat diketahui dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\frac{\sum \text{Titik yang Benar}}{\sum \text{Titik yang di Survei}} \times 100\%$$

**Tabel 2.** Klasifikasi Tingkat Kerentanan Banjir (*Flood Susceptibility*).

No	Kategori	Total Skor	Tingkat Kerentanan	Keterangan
1	I	<440	Agak Rentan	Berpotensi terjadi banjir kiriman dengan periode ulang 50 tahunan.
2	II	441-570	Rentan	Potensi banjir yang terjadi dapat berdampak besar bagi kehidupan manusia. Banjir periode ulang 5 -10 tahunan
3	III	>571	Sangat Rentan (sering terkena banjir)	Banjir yang terjadi berdampak sangat besar terhadap kehidupan manusia dan lingkungan.

Sumber: Zuidam (1982) dalam Yusuf (2005: 149), dengan modifikasi penulis.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

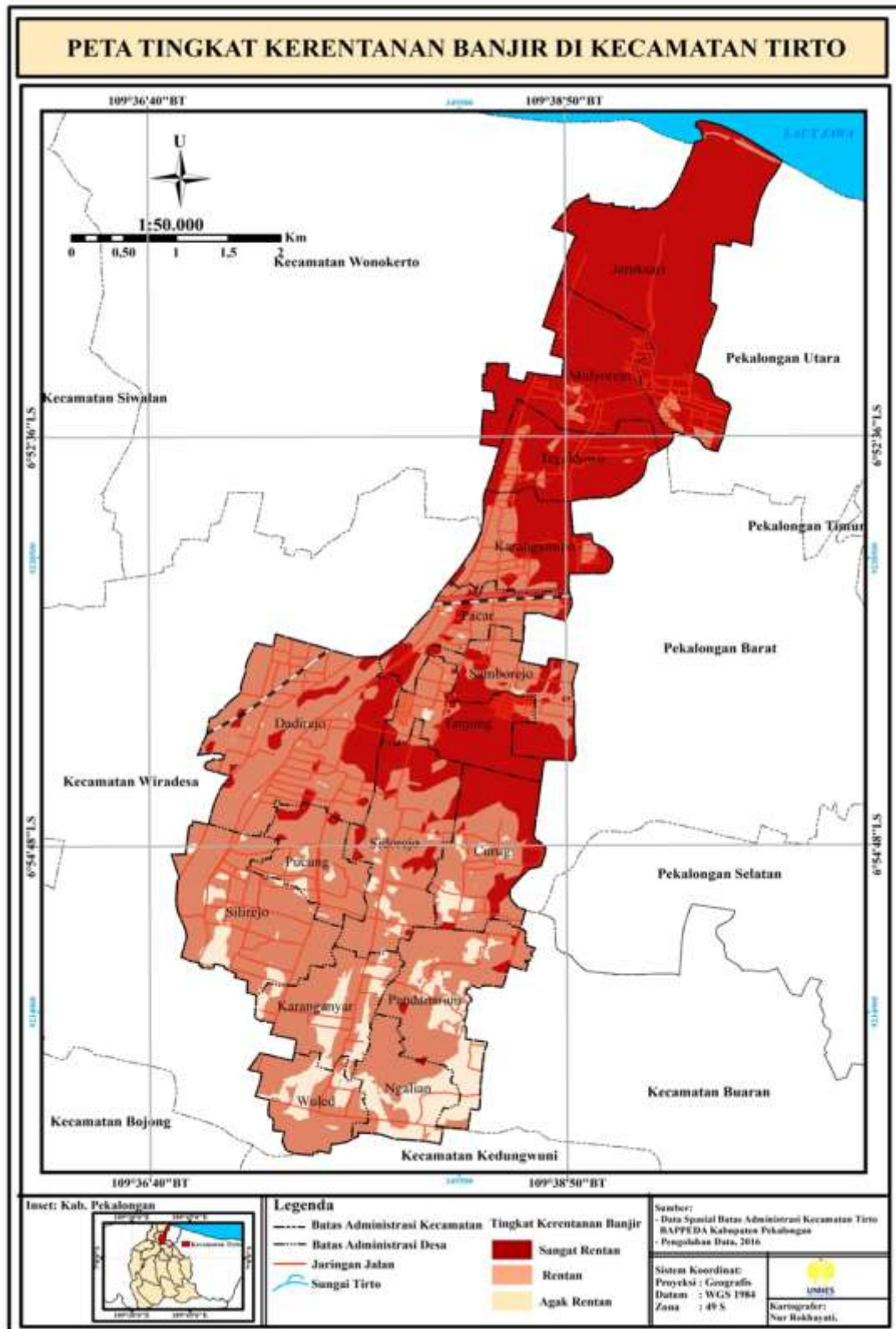
### Gambaran Umum Daerah Penelitian (ξ1)

Kecamatan Tirto terletak di bagian utara wilayah Kabupaten Pekalongan, secara astronomi berada dikoordinat 6°50'24" - 6°57'00" LS dan 109°36'40"-109°41'00" BT. Wilayah Kecamatan Tirto dibagi menjadi 16 desa yang sebagian besar memiliki ketinggian titik lebih dari 9 mdpl, dengan topografinya yang relatif datar ditambah banyaknya aliran sungai yang melaluinya (Sungai Sengkarang, Sungai Guba-ngan, Sungai Pucung, Sungai Ngalian dan Sungai Breml (anak Sungai Meduri) menjadikan wilayah ini sangat mudah menjadi sasaran banjir.

### Sebaran Tingkat Kerentanan Banjir Di kecamatan Tirto (ξ2)

Hasil pemetaan tingkat kerentanan banjir Kecamatan Tirto dengan

menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) menunjukkan bahwa tingkat kerentanan banjir di Kecamatan Tirto dibagi menjadi 3 kelas yaitu kelas sangat rentan dengan luas 7,98 km<sup>2</sup> atau sekitar 38,10% dari total keseluruhan luas Kecamatan Tirto. Kelas kerentanan banjir rentan dengan luas 11,07 km<sup>2</sup> atau sekitar 52,87% dari total wilayah Kecamatan Tirto, kelas kerentanan banjir agak rentan mempunyai luas 1,89 km<sup>2</sup> atau sekitar 9,03%. Tingkat akurasi hasil peta kerentanan banjir oleh SIG dengan kesesuaiannya terhadap kondisi lapangan terkait kejadian banjir tergolong akurat yaitu 88,57%. Luasan tingkat kerentanan banjir di Kecamatan Tirto dapat dilihat dalam Tabel 2. Persebaran daerah-daerah yang berpotensi terlanda banjir berdasar tingkat kerentanannya disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Peta Tingkat Kerentanan Banjir Kecamatan Tirta

**Tabel 2.** Luas Tingkat Kerentanan Banjir Kecamatan Tirto.

No	TK	Luas (km <sup>2</sup> )	(%)
1	Agak Rentan	1,89	9,03
2	Rentan	11,07	52,87
3	Sangat Rentan	7,98	38,1
<b>Jumlah</b>		<b>20,94</b>	<b>100</b>

Sumber: Hasil Pengolahan data, 2016.

### Karakteristik Tingkat Kerentanan Banjir (ξ3)

Wilayah Kecamatan Tirto mempunyai karakteristik banjir yang bervariasi dari lama genangan, tinggi genangan, frekwensi genangan, luas genangan dan jenis banjir.

Klasifikasi tingkat kerentanan banjir ditentukan berdasar tingkat kemudahan daerah terlanda banjir, semakin sering suatu daerah terlanda banjir maka semakin rentan daerah tersebut terhadap banjir. Berdasarkan tingkat kerentanan banjirnya hasil analisis untuk karakteristik banjirnya berdasar kejadian banjir yang pernah terjadi (2014) tersaji dalam Tabel 4.

Daerah sangat rentan banjir adalah daerah yang sering mendapat genangan banjir baik banjir rob maupun banjir kiriman dengan ketinggian tertinggi dapat mencapai >100 cm dengan lama genangan tidak pernah mengalami pengeringan (daerah yang selalu tergenang). Luas daerah tergenang disajikan pada Tabel 3. Kondisi lahan permukiman yang mengalami banjir tahunan dapat dilihat pada Gambar 1.

**Tabel 3.** Luas Daerah Selalu Tergenang Banjir dan Rob

No	Ketinggian Genangan	Luas (km <sup>2</sup> )
1	20-30	0,46
2	31-50	1,51
3	51-70	0,80
4	>70	3,52
<b>Jumlah</b>		<b>6,29</b>

Sumber: Pengolahan data, 2016.



**Gambar 1.** Kondisi Permukiman di Daerah Sangat Rentan Banjir yang mengalami Banjir Tahunan.

Daerah yang masuk kategori rentan adalah daerah yang mengalami banjir kiriman dengan periode ulang 5-10 tahunan (Gambar 2). Ketinggian banjir yang terakhir terjadi sekitar 30-100 cm dengan lama genangan 1 sampai 3 hari.



**Gambar 2.** Lahan Permukiman di Daerah Rentan Banjir yang pernah tergenang banjir tahun 2014.

Kategori agak rentan adalah tidak pernah mengalami genangan sekalipun pernah mengalami genangan tapi tidak menimbulkan kerugian, genangan yang terjadi hanya <20 cm lama genangan tidak lebih dari 6 jam. Namun daerah ini berpotensi terlanda banjir kiriman periode ulangan 50 tahunan yang dapat menimbulkan kerugian yang besar.





**Gambar 3.** Kondisi Permukiman di Kelas Agak Rentan Banjir.

**Tabel. 4.** Karakteristik Banjir Tahun Kejadian 2014.

No	Tingkat Kerentanan Banjir	Karakteristik Banjir		
		Jenis Banjir	Tinggi Genangan (cm)	Lama Genangan (jam)
1	Sangat Rentan	Kiriman dan Rob	20-150	Daerah selalu tergenang
2	Rentan	Kiriman	30-100	24-72
3	Agak Rentan	Kiriman	<20	<6

Sumber: Hasil Penelitian.

Banjir lokal sesekali terjadi saat intensitas curah hujan lokal tinggi di daerah yang masuk kategori sangat rentan dan rentan namun daerah ini hanya mencakup sebagian kecil wilayah Kecamatan Tirto bagian selatan. Genangan yang terjadi hanya pada daerah dengan kondisi topografi yang lebih rendah dan landai dari daerah sekitarnya ditambah kondisi saluran drainase sekitar mengalami sumbatan dan pendangkalan. Genangan yang terjadi dengan ketinggian <30 cm, lama genangan rata-rata yang terjadi < 6 jam.

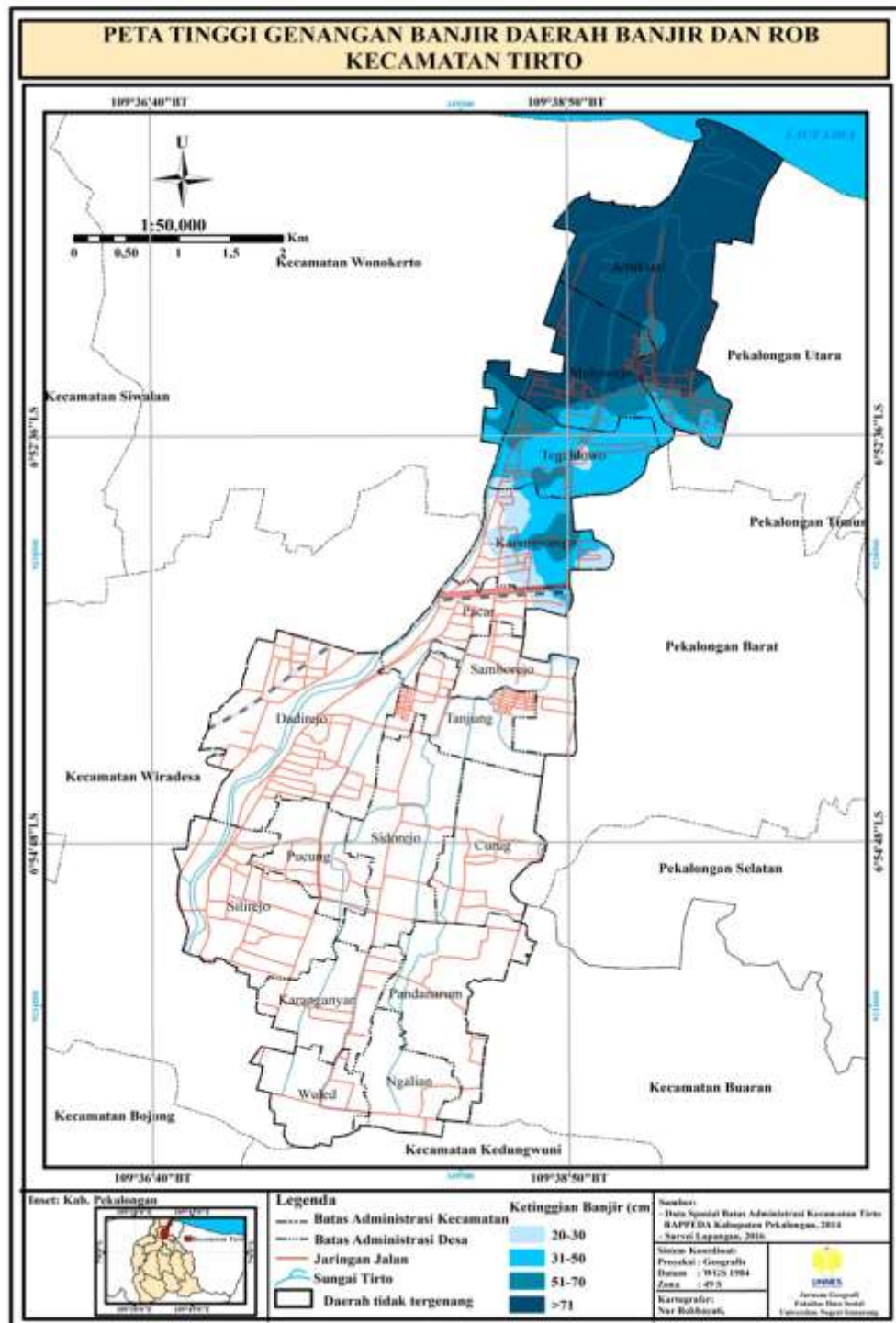
Daerah yang tergenang banjir rob meliputi desa-desa yang berada di bagian utara Kecamatan Tirto terutama yang letaknya berbatasan dengan laut jawa (Desa Jeruksari, Desa Mulyorejo, Desa

Tegaldowo, Desa Karangjampo). Genangan rob terjadi hampir setiap hari di Desa Jeruksari dan Mulyorejo, dengan ketinggian <50 cm lama genangan rata-rata <6 jam.



**Gambar 4.** Pengukuran ketinggian banjir dengan kedalaman 30cm-50 cm.





Gambar 2. Tinggi Genangan Banjir dan Rob Tahun 2016.

#### Upaya Pengelolaan Kawasan berpotensi Banjir berdasar Tingkat Kerentanannya (§5)

Pengelolaan kawasan sangat rentan banjir dapat dilakukan dengan pembangunan pengendali banjir seperti

pembangunan tanggul dan dinding penahan banjir, pemba-ngunan polder serta diarahkan untuk pembangunan pemukiman dengan cara *flood proofing* (rumah panggung), prakiraan banjir dan sistem peringatan dini terhadap banjir juga perlu ada di kawasan ini. Pengelolaan kawasan di

daerah rentan banjir lebih diarahkan dengan normalisasi sungai dan perbaikan saluran drainase serta pembangunan pemukiman harus memperhatikan undang-undang penataan ruang yang ditetapkan, pembuatan *artificial recharge* pada bangunan bertingkat. Pada kawasan agak rentan banjir pengelolaannya lebih diarahkan pada pembangunan teknologi konservasi air seperti teknologi biopori dan sumur resapan pada lahan budidaya dan tetap mempertahankan kawasan lahan terbuka hijau sebagai area resapan air bagi daerah sekitarnya, serta dalam pembangunan pemukiman tetap harus memperhatikan ketentuan undang-undang penataan ruang.

## SIMPULAN

Persebaran tingkat kerentanan banjir di Kecamatan Tirto terbagi menjadi tiga kelas yaitu sangat rentan dengan luas sekitar 7,98 km<sup>2</sup> (38,10%), kelas rentan 11,07 km<sup>2</sup> (58,87%) dan agak rentan 1,89 km<sup>2</sup> (9,03%). Berdasar hasil validasi perhitungan persentase tingkat kebenaran peta 88,6%. Karakteristik banjir di Kecamatan Tirto berupa banjir kiriman dan rob pada kelas sangat rentan, banjir musiman periode ulang terjadi pada kelas rentan, yang hanya terjadi jika intensitas curah hujan tinggi dengan kondisi sungai dan saluran drainase mengalami pendangkalan dan sumbatan (kualitas buruk). Kelas agak rentan adalah daerah yang tidak pernah mengalami genangan banjir yang menimbulkan kerugian besar.

Upaya pengelolaan kawasan berpotensi banjir berupa pembangunan bangunan pengendali banjir pada daerah sangat rentan, normalisasi sungai dan perbaikan saluran drainase pada kawasan rentan banjir lebih dianjurkan untuk dilakukan, serta pembangunan pemukiman yang memperhatikan ketentuan undang-undang penataan ruang, pembuatan teknologi konservasi air (biopori dan sumur resapan) serta mempertahankan lahan

terbuka hijau lebih diupayakan pada pengelolaan kawasan kelas agak rentan banjir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriyani, dkk. 2010. Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Kerawanan Bahaya Banjir DAS Bengawan Solo Hulu Berbasis Web. *Jurnal Seminar Nasional PJ dan SIG*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- \_\_\_\_\_, Data Rekap Kebencanaan Kabupaten Pekalongan 2014-2016.
- Pedoman Pengendalian Pemanfaatan Ruang Kawasan Rawan Banjir. Diperoleh 25 Agustus 2017 Dari <https://basbanjir2025.wordpress.com/konseppe-merintah/ditjen-penataan-ruang-dept-pu>.
- Primayuda, Aris. 2006. Pemetaan Daerah Rawan dan Resiko Banjir Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Sriyono, dan Dewi, LS. 2006. Kajian Model Tata Air dan Pengelolaan Kawasan Banjir di Daerah Aliran Sungai Blorong Kabupaten Kendal. *Laporan Penelitian*. Semarang: UNNES.
- Tika, Papundu. 2005. *Metode Penelitian Geografi*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Tjahjono, Heri. 2001. Penggunaan Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Evaluasi Kerentanan Banjir di DAS Beringin Kota Semarang Prop. Jawa Tengah. *Makalah*. Yogyakarta: UGM.
- Yusuf, Yasin. 2005. *Anatomi Banjir Kota Pantai dalam Perspektif Geografi*. Surakarta: Pustaka Cakra Surakarta.

