

KAJIAN PEMETAAN RISIKO BENCANA BANJIR KOTA SEMARANG DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Arco Triady Ujung*), Arief Laila Nugraha, Hana Sugiastu Firdaus

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : arco.triady97@gmail.com

ABSTRAK

Kota Semarang adalah Ibukota Provinsi Jawa Tengah yang mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal tersebut tidak hanya memberikan dampak positif, tapi juga memberikan dampak negatif. Salah satu dampak negatifnya adalah banjir. Selain faktor alam, manusia juga memegang peranan besar sebagai faktor meningkatnya potensi terjadinya banjir. Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat mempengaruhi sumberdaya air dan tanah, sehingga membuat suatu kawasan menjadi semakin rawan akan banjir. Berdasarkan data BPBD Kota Semarang, terjadi peningkatan kasus banjir dari tahun 2016 ke tahun 2017, dan dari 16 kecamatan di Kota Semarang, sebanyak 10 kecamatan termasuk daerah yang rawan banjir. Tercatat 2.085 korban yang terkena dampak banjir dan mengungsi, serta 529 unit rumah terendam dimana dua diantaranya rusak terkena dampak banjir sepanjang tahun 2018. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mengurangi dampak negatif tersebut adalah dengan melakukan pengkajian tingkat risiko banjir Kota Semarang menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Metode yang digunakan dalam menyusun peta risiko bencana banjir adalah dengan *overlay* peta ancaman banjir, peta kerentanan banjir, dan peta kapasitas banjir yang berpedoman pada SNI dan PERKA BNPB No. 2 Tahun 2012 menggunakan matriks VCA (*Vulnerability Capacity Analysis*). Kajian risiko bencana dijadikan sebagai dasar untuk menjamin harmonisasi arah dan efektivitas penyelenggaraan penanggulangan bencana pada suatu daerah.

Hasil dari pemodelan diperoleh wilayah dengan tingkat risiko rendah seluas 19.535,781 ha atau sebesar 49,98% dari total luas Kota Semarang, tingkat risiko sedang dengan luas 14.358,708 ha atau sebesar 36,74% dari total luas Kota Semarang, dan tingkat risiko tinggi seluas 5.191,383 ha atau 13,28% dari total luas Kota Semarang.

Kata kunci: Ancaman, Kapasitas, Kerentanan, Risiko, VCA

ABSTRACT

Semarang City is the capital city of Central Java Province which have rapid development not only gave positive impact, but also gave negative impact, like flood. Besides natural factors, humans also play a big role as the factor of floods increases. Increasing population growth affects water and soil resources, thus making an area more prone to flooding. According to BPBD of Semarang City data, there has an increase of flodd cases from 2016 to 2017, and from 16 sub-districts in Semarang City, there are 10 sub-district including flood-prone areas. There were 2,085 victims affected by flooding and displaced, and 529 houses were submerged, two of which were damaged by the flood throughout 2018. Efforts that made to reduce these negative impacts are assessment of the level of flood risk in Semarang City using Geographic Information System (GIS).

The method used in compiling a flood risk map is by overlaying a flood hazard map, a flood vulnerability map, and a flood capacity map based on SNI and PERKA BNPB No. 2 of 2012 using VCA matrix. Disaster risk assessment is the basis for ensuring the alignment and effectiveness of disaster management in the following area.

The results of the model obtained areas with a low risk area is 19,535.781 ha or 49.98% of the total area of Semarang City, a medium level of risk with an area of 14,358.708 ha or 36.74% of the total area of Semarang City, and a high level of risk area is 5,191.383 ha or 13.28% of the total area of Semarang City.

Keywords : Capacity, Hazard, Risk, VCA, Vulnerability

*)Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Bencana banjir merupakan luapan air yang melebihi tinggi muka air normal, sehingga melimpas dari palung sungai menyebabkan adanya genangan pada lahan rendah di sisi sungai. Pada umumnya, banjir dapat terjadi karena adanya intensitas curah hujan yang tinggi dan di atas normal (BNPB, 2012). Tren banjir yang semakin meningkat dari tahun ke tahun di berbagai daerah di Indonesia menimbulkan keresahan bagi masyarakat yang berada pada daerah tersebut. Salah satu daerah yang mengalami peningkatan tren banjir adalah Kota Semarang.

Kota Semarang adalah Ibukota Provinsi Jawa Tengah yang mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan Kota Semarang tersebut mendorong bertambahnya jumlah penduduk. Menurut BPS (2018), jumlah penduduk Kota Semarang tercatat sebesar 1.786.114 jiwa berdasarkan hasil perhitungan proyeksi penduduk tahun 2018, dengan pertumbuhan sebesar 4,99%. Pertumbuhan penduduk tersebut otomatis mengakibatkan berubahnya fungsi lahan yang akan mempengaruhi komponen lain, seperti sumberdaya air dan tanah, sehingga membuat suatu kawasan menjadi semakin rawan akan banjir (Rosyidie, 2013).

Berdasarkan data BPBD Kota Semarang, sepanjang tahun 2014- 2018 ada beberapa sungai yang sering meluap dan menimbulkan banjir, seperti Sungai Bringin, Sungai Pengkol, dan Kali Babon. Tercatat sebanyak 30 kasus banjir pada tahun 2016, dan terjadi peningkatan pada tahun 2017 menjadi 36 kasus banjir, dan dari 16 kecamatan di Kota Semarang, sebanyak 10 kecamatan termasuk daerah yang rawan banjir. Pada tahun 2018, tercatat 2.085 korban yang terkena dampak banjir dan mengungsi, serta 529 unit rumah terendam dimana dua diantaranya rusak terkena dampak banjir (BPBD, 2018).

Salah satu upaya yang dilakukan untuk menanggulangi dan mencegah kerugian yang didapat akibat bencana banjir adalah dengan melakukan kajian risiko bencana banjir. Menurut BNPB, kajian risiko bencana merupakan perangkat yang berfungsi untuk menilai kemungkinan dan besaran kerugian yang diberikan suatu bencana pada suatu daerah. Kajian risiko bencana dibentuk sebagai dasar untuk menjamin harmonisasi arah dan efektivitas penyelenggaraan penanggulangan bencana. Oleh karena itu, Sistem Informasi Geografis (SIG) hadir sebagai solusi untuk memodelkan hasil kajian risiko bencana, khususnya bencana banjir Kota Semarang ke dalam bentuk spasial. SIG merupakan sistem berbasis komputer yang menolong dalam memanajemen data tentang lingkungan dalam bidang geografis (De Bay, 2002). Prinsip-prinsip SIG yang digunakan dapat membantu dalam memetakan dan menganalisis tingkat risiko bencana pada suatu lokasi pengamatan.

Adapun pengkajian risiko bencana banjir berdasarkan PERKA BNPB No. 2 Tahun 2012 terdiri dari tiga aspek, yaitu pengkajian tingkat ancaman, pengkajian tingkat kerentanan, dan pengkajian tingkat kapasitas. Oleh karena itu, studi tentang pemodelan risiko banjir Kota Semarang perlu dilakukan agar dapat menjadi salah satu instrumen yang bermanfaat untuk pengambilan kebijakan dalam menangani bencana banjir atau mengurangi kerugian yang ditimbulkan oleh banjir tersebut.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana penyusunan dan hasil tingkat ancaman banjir di Kota Semarang berdasarkan SNI 8197 Tahun 2015?
2. Bagaimana penyusunan dan hasil tingkat kerentanan banjir Kota Semarang berdasarkan PERKA BNPB No.2 Tahun 2012 dan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)?
3. Bagaimana penyusunan dan hasil tingkat kapasitas banjir Kota Semarang berdasarkan PERKA BNPB No.2 Tahun 2012 dan metode AHP?
4. Bagaimana penyusunan dan hasil tingkat risiko bencana banjir di Kota Semarang?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penyusunan dan hasil tingkat ancaman banjir Kota Semarang berdasarkan SNI.
2. Mengetahui penyusunan dan hasil tingkat kerentanan banjir Kota Semarang berdasarkan PERKA BNPB No.2 Tahun 2012 dan metode AHP.
3. Mengetahui penyusunan dan hasil tingkat kapasitas banjir Kota Semarang berdasarkan PERKA BNPB No.2 Tahun 2012 dan metode AHP.
4. Mengetahui penyusunan dan hasil tingkat risiko banjir Kota Semarang.

I.4 Batasan Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Daerah yang menjadi objek penelitian adalah Kota Semarang dengan unit terkecil daerah kapasitas, kerentanan dan risiko adalah wilayah administrasi kecamatan.
2. Banjir yang dikaji pada penelitian ini adalah yang banjir kota yang disebabkan oleh intensitas curah hujan yang tinggi.

3. Metode yang digunakan pada pengolahan data ancaman banjir kota adalah *overlay* data dan pembobotan yang mengacu pada SNI 8917:2015 tentang Metode Pemetaan Rawan Banjir.
4. Metode yang digunakan untuk pengolahan data kerentanan dan kapasitas mengacu pada telaah PERKA BNPB No.2 Tahun 2012 dan rujukan penelitian-penelitian terdahulu, dengan penilaian komponen kerentanan dan kapasitas berdasarkan pembobotan AHP. Adapun narasumber dalam wawancara AHP adalah Bp. Ir. Suharjono, M. Eng. selaku Kepala Bidang Pencegahan dan Kesiapsiagaan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Semarang. Komponen dan variabel kerentanan yang digunakan disesuaikan dengan kondisi lapangan serta ketersediaan data yang ada.
5. Penilaian dan kriteria risiko menggunakan perkalian matriks VCA (*Vulnerability Capacity Analysis*) sesuai PERKA BNPB Nomor 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana dan berdasarkan penelitian terdahulu.
6. Validasi peta ancaman dilakukan dengan pengambilan sampel dari hasil peta ancaman banjir dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, sedangkan pada peta risiko menggunakan teknik *stratified random sampling*.

I.5 Wilayah Penelitian

Wilayah yang menjadi fokus penelitian adalah Kota Semarang yang terletak pada $6^{\circ}50' - 7^{\circ}10'$ Lintang Selatan dan garis $109^{\circ}50' - 110^{\circ}35'$ Bujur Timur.



Gambar 1 Wilayah administrasi Kota Semarang (BAPPEDA Kota Semarang)

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Pengertian Bencana Banjir

Banjir merupakan limpasan air yang melebihi tinggi muka air normal, sehingga melimpas dari

palung sungai menyebabkan adanya genangan pada lahan rendah di sisi sungai. Pada umumnya banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi di atas normal (BNPB, 2011).

Asian Disaster Preparedness Center (2005) dalam Kurniawan (2014) mengklasifikasikan banjir ke dalam dua jenis, yaitu banjir sungai dan banjir lokal. Banjir sungai disebabkan oleh luapan air di sisi sungai. banjir lokal atau banjir perkotaan yaitu banjir yang disebabkan oleh intensitas curah hujan yang tinggi bahkan berlebihan di suatu area yang memiliki drainase yang tidak memadai, sehingga air tidak bisa mengalir ke sungai. Marfai (2008) dalam Kurniawan (2014) menyatakan bahwa ada jenis lain dari banjir yang harus disertakan yaitu banjir rob atau banjir pesisir, yang disebabkan oleh air laut pasang.

II.2 Ancaman Bencana Banjir

Suatu keadaan atau peristiwa tertentu yang dapat memberikan potensi kerusakan, baik itu secara fisik seperti kerusakan bangunan, infrastruktur, dan lingkungan/ alam, maupun secara sosial budaya, bahkan menimbulkan kehilangan jiwa manusia disebut sebagai ancaman (*hazard*). Peta ancaman banjir menentukan wilayah dimana peristiwa banjir berdasarkan parameter-parameter pemicu banjir dapat terjadi.

SNI 8197 Tahun 2015 merupakan salah satu pedoman dalam pemetaan ancaman banjir skala 1:50.000 dan 1:25.000.

II.3 Kerentanan Bencana Banjir

Menurut PERKA BNPB No.2 Tahun 2012, kerentanan (*vulnerability*) adalah keadaan atau sifat/perilaku manusia atau masyarakat yang menyebabkan ketidakmampuan menghadapi bahaya atau ancaman. Kerentanan berhubungan dengan aset-aset yang rentan terhadap bencana. Indikator yang digunakan untuk menganalisis kerentanan banjir adalah kerentanan demografi sosial budaya, kerentanan ekonomi, dan kerentanan lingkungan.

II.4 Kapasitas Bencana Banjir

Kapasitas merupakan seperangkat kemampuan yang memungkinkan masyarakat untuk meningkatkan daya tahan terhadap efek bahaya yang mengancam/merusak, dan meningkatkan ketahanan serta kemampuan masyarakat untuk mengatasi dampak dari kejadian yang membahayakan. Kekuatan/potensi yang ada pada diri setiap individu dan kelompok sosial. Kapasitas ini dapat berkaitan dengan sumberdaya, keterampilan, pengetahuan, kemampuan organisasi dan sikap untuk bertindak dan merespon suatu krisis.

II.5 Risiko Bencana Banjir

Menurut PERKA BNPB No.2 Tahun 2012, kajian risiko bencana adalah mekanisme terpadu untuk

memberikan gambaran menyeluruh terhadap risiko bencana suatu daerah dengan menganalisis tingkat ancaman, tingkat kerugian dan kapasitas daerah. Berdasarkan pernyataan di atas maka dapat disimpulkan bahwa kajian risiko bencana banjir adalah mekanisme terpadu untuk memberikan gambaran menyeluruh terhadap risiko bencana banjir dengan menganalisis tingkat ancaman, tingkat kerugian, dan kapasitasnya pada suatu daerah.

II.6 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu sistem informasi yang berbasis pada data spasial dan menjadi representasi objek-objek di bumi. Dalam SIG sendiri, teknologi informasi merupakan perangkat yang berperan penting dalam menyimpan, memproses, menganalisis data, serta menyajikan data-data tersebut menjadi sebuah informasi. SIG merupakan sistem berbasis komputer yang menolong dalam manajemen data tentang lingkungan dalam bidang geografis (De Bay, 2002).

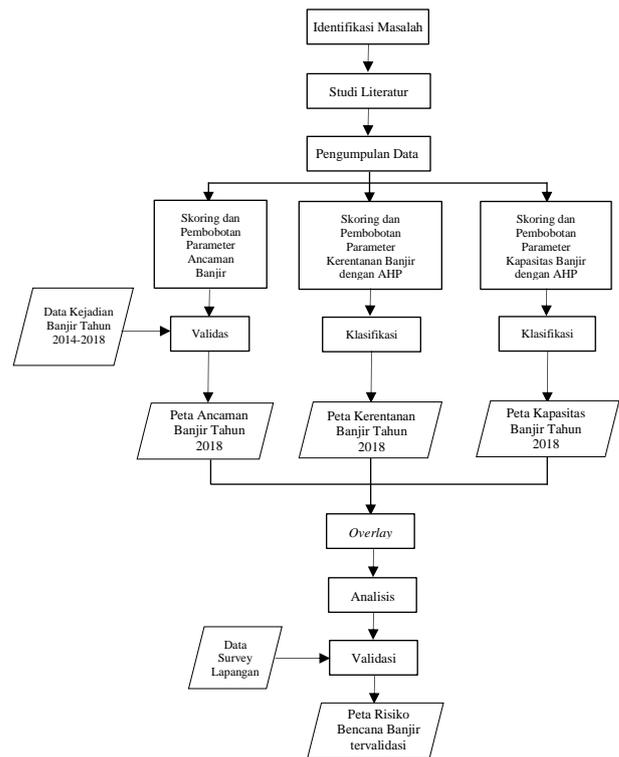
II.7 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) adalah salah satu metode atau model pendukung keputusan untuk menentukan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu. AHP bertujuan untuk menjabarkan masalah multi kriteria yang kompleks ke dalam suatu bentuk hirarki. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

III. Metodologi Penelitian

III.1 Diagram Alir Penelitian

Secara umum, prosedur pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

III.2 Peralatan dan Data Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua komponen yaitu :

a. *Hardware*

- 1) Laptop ASUS A455L White Intel core i5, RAM 4GB
- 2) *Smartphone*
- 3) Kamera

b. *Software*

- 1) ArcMap 10.3
- 2) Microsoft Office Word 2016
- 3) Microsoft Office Excel 2016
- 4) Microsoft Office Power Point 2016
- 5) GPS Map Camera
- 6) Mobile Topographer

2. Data Penelitian

a. Data Primer

- 1) DEMNAS sumber <http://tides.big.go.id/DEMNAS>
- 2) Data Wawancara AHP
- 3) Data validasi lapangan

b. Data Sekunder

- 1) Peta Administrasi Kota Semarang sumber BAPPEDA Kota Semarang
- 2) Data Tutupan Lahan Kota Semarang sumber BAPPEDA Kota Semarang

- 3) Data Curah Hujan Dasarian sumber BMKG Kota Semarang
- 4) Semarang dalam Angka 2019 sumber BPS Kota Semarang.
- 5) Data kependudukan Kota Semarang sumber Disdukcapil Kota Semarang.

III.3 Tahap Pengolahan Data

III.3.1 Pembuatan Peta Ancaman Banjir Metode SNI

Peta ancaman banjir SNI merupakan hasil *overlay* dari parameter kelerengan, parameter tutupan lahan, dan parameter curah hujan. Adapun bobot yang diberikan berbeda pada setiap parameternya.

1. Klasifikasi Parameter Kelerengan

Peta kelerengan diperoleh dari DEMNAS. Proses pengolahannya dilakukan proses pembuatan *slope* untuk menghasilkan peta kelerengan. Klasifikasi dan bobot parameter kelerengan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Klasifikasi dan Bobot Kelerengan

Kelerengan (35%)	Skoring	Pembobot	Nilai (1)
0% - 2%	1	0,35	1,05
2% - 4%	2	0,35	0,7
>4%	3	0,35	0,35

2. Pembuatan Peta Tutupan Lahan

Pengolahan peta tutupan lahan menggunakan data tata guna lahan Kota Semarang yang didapat dari BAPPEDA Kota Semarang, dimana fungsi lahan tersebut diklasifikasikan menjadi penutup lahan berdasarkan klasifikasi SNI. Adapun jenis fungsi lahan diklasifikasikan ke dalam tiga jenis penutup lahan, yaitu permukiman, semak/pertanian, dan hutan/sawah. Klasifikasi dan pembobotan parameter tutupan lahan dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Klasifikasi dan Bobot Tutupan Lahan

Penutup Lahan (35%)	Skoring	Pembobot	Nilai (2)
Permukiman	3	0,35	1,05
Semak/ Pertanian	2	0,35	0,7
Sawah/ Hutan	1	0,35	0,35

3. Pembuatan Peta Curah Hujan

Peta curah hujan diperoleh dari data curah hujan dasarian di 9 stasiun pada tahun 2008- 2017. Adapun data yang digunakan adalah nilai curah hujan hasil pemilihan dasarian yang memiliki nilai curah hujan yang tertinggi. Pembuatan peta curah hujan menggunakan metode IDW. Klasifikasi dan pembobotan dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3 Klasifikasi dan Bobot Curah Hujan

Curah Hujan (30%)	Skoring	Pembobot	Nilai (3)
≥ 200 mm	3	0,3	0,3
50 – 200 mm	2	0,3	0,6
≤ 50 mm	1	0,3	0,9

4. Penggabungan Parameter Ancaman Banjir

Penggabungan parameter dilakukan dengan menggunakan analisis spasial *union*. *Union* sendiri yaitu salah satu operasi analisis pada *software* ArcGIS

yang berfungsi untuk menghasilkan fitur baru dengan menggabungkan dua atau lebih *layer/* parameter. Klasifikasi dan pembobotan dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4 Klasifikasi dan Bobot Ancaman Banjir

Nilai Pembobot (1+2+3)	Interval Kelas	Kelas Rawan
$1,05+1,05+0,90= 3,00$	2,334-3,00	Tinggi
$0,70+0,70+0,60= 2,00$	1,667-2,333	Sedang
$0,35+0,35+0,30= 1,00$	1,00-1,666	Rendah

Hasil pengolahan ancaman banjir kemudian dicek kesesuaiannya dengan data kejadian banjir. Data kejadian banjir tersebut kemudian diambil beberapa sampel dengan menggunakan metode *purposive sampling* untuk dilakukan validasi lapangan.

III.3.2 Pembuatan Peta Kerentanan Banjir

Pemetaan kerentanan banjir dilakukan dengan melakukan telaah dokumen untuk menentukan komponen Skerentanan. Selanjutnya dirumuskan pula pembobotan dan penilaian dari tiap-tiap komponen tersebut dengan menggunakan metode AHP.

Kajian dokumen yang digunakan untuk menentukan komponen dan sub-komponen kerentanan bencana banjir Kota Semarang yaitu sebagai berikut :

1. PERKA BNPB No. 2 Tahun 2012.
2. Pemetaan Risiko Banjir Rob Kota Semarang oleh Arief Laila Nugraha (2013).
3. Pemetaan Risiko Bencana Banjir Kota Semarang oleh Fina Faizana (2015).
4. Analisis Penentuan Zonasi Risiko Bencana Banjir berbasis SIG Kabupaten Banjarnegara oleh Dhuha Ginanjar Bayuaji (2016).
5. Pemetaan Risiko Banjir Kabupaten Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografis oleh Sabda Lestari (2018).

Komponen kerentanan banjir yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- 1) Kerentanan Demografi, Sosial, dan Budaya
Kerentanan ini dipilih karena manusia (penduduk) dan perkembangannya merupakan aset yang sangat sensitif dan rentan terhadap bencana. Sub-komponen atau parameter yang dinilai adalah : kepadatan penduduk, rasio kelompok umur, rasio jenis kelamin, jumlah penyandang cacat, dan jumlah keluarga prasejahtera.
- 2) Kerentanan Ekonomi
Kerentanan ini dipilih karena wilayah yang menjadi sumber perekonomian atau mata pencaharian penduduk merupakan salah satu aset yang penting yang rentan terhadap bencana. Adapun parameter yang dinilai adalah luas lahan produktif dan jumlah sarana ekonomi pada suatu wilayah.
- 3) Kerentanan Fisik

Kerentanan ini dipilih karena struktur fisik suatu wilayah juga merupakan subjek yang rentan terhadap bencana dan dapat mempengaruhi kegiatan penduduk. Parameter yang dipilih adalah : panjang jaringan jalan, panjang jaringan listrik, dan luas kawasan terbangun.

4) Kerentanan Lingkungan

Kerentanan ini dipilih ekosistem tempat manusia beraktivitas juga harus terjaga keseimbangannya demi kelangsungan hidup manusia yang baik pula, sehingga lingkungan termasuk faktor yang diperhatikan kerentanannya terhadap banjir. Parameter yang dinilai adalah: luas kawasan

konservasi, luas kawasan resapan air, luas hutan produksi, luas sawah, dan luas semak.

Pembobotan dan *scoring* dilakukan pada tiap parameter pada setiap komponen. Pemberian bobot metode. Hasil wawancara AHP selanjutnya disusun ke dalam matriks *pairwise comparison*. Matriks *pairwise comparison* kemudian dilakukan normalisasi sehingga diperoleh bobot untuk setiap komponen dan sub-komponen kerentanan banjir. Hasil pembobotan dapat dilihat pada **Tabel 5**.

Tabel 5 Skor dan Bobot Sub-Komponen Kerentanan Banjir

Komponen Kerentanan (Bobot)	Sub-Komponen Kerentanan	Bobot (%)	Kelas Kerentanan (Skor)		
			Rendah (1)	Sedang (2)	Tinggi (3)
Demografi Sosial Budaya (0,642)	Kepadatan Penduduk	50,271	< 51,797 Jiwa/ha	51,797 - 92,759 Jiwa/ha	> 92,759 Jiwa/ha
	Rasio Kelompok Umur	15,908	< 0,285	0,285 - 0,463	> 0,463
	Rasio Jenis Kelamin	3,189	< 0,906	0,906 - 0,955	> 0,955
	Jumlah Penyandang Cacat	21,877	< 90,333 Jiwa	90,333 - 167,667 Jiwa	> 167,667 Jiwa
Ekonomi (0,195)	Jumlah Keluarga Prasejahtera	8,755	< 2071,667	2071,667 - 3697,333	> 3697,333
	Luas Lahan Produktif	16,667	< 1465,685 ha	1465,685 - 2931,369 ha	> 2931,369 ha
Fisik (0,112)	Jumlah Sarana Ekonomi	83,333	< 1367 Unit	1367 - 2320 Unit	> 2320 Unit
	Panjang Jaringan Jalan	10,302	< 85,434 km	85,434 - 152,074 km	> 152,074 km
	Panjang Jaringan Listrik	63,967	< 49,986 km	49,986 - 76,481 km	> 76,481 km
	Luas Kawasan Terbangun	25,731	< 43,583 %	43,583 - 71,723 %	> 71,723 %
Lingkungan (0,051)	Luas Kawasan Resapan Air	21,015	< 1032,124 ha	1032,124 - 2064,249 ha	> 2064,249 ha
	Luas Kawasan Konservasi	56,039	< 362,853 ha	362,853 - 717,862 ha	> 717,862 ha
	Luas Hutan Produksi	12,116	< 285,667 ha	285,667 - 571,333 Ha	> 571,333 ha
	Luas Sawah	6,862	< 462 ha	462 - 924 ha	> 924 ha
	Luas Semak	3,968	< 31,692 ha	31,692 - 63,383 ha	> 63,383 ha

III.3.3 Pembuatan Peta Kapasitas Banjir

Sama halnya dengan peta kerentanan banjir, pemetaan kapasitas banjir dilakukan dengan melakukan kajian telaah dokumen untuk menentukan parameter penilaian kapasitas, kemudian merumuskan bobot dan penilaian dari tiap-tiap parameter tersebut dengan menggunakan metode AHP. Dokumen-dokumen yang digunakan sebagai rujukan untuk menentukan parameter kapasitas banjir Kota Semarang sama halnya dengan dokumen untuk mengkaji komponen kerentanan banjir.

Adapun parameter kapasitas yang digunakan adalah:

- 1) Jumlah Tenaga Kesehatan
- 2) Jumlah Sarana Kesehatan
- 3) Sosialisasi Bencana
- 4) Usaha Antisipasi Bencana
- 5) Posko Tanggap Darurat

Hasil wawancara AHP selanjutnya disusun ke dalam matriks *pairwise comparison*. Matriks *pairwise comparison* kemudian dilakukan normalisasi sehingga diperoleh bobot untuk setiap parameter kapasitas banjir.

Tabel 6 Skor dan Bobot Parameter Kapasitas Banjir

Komponen	Kelas Kapasitas (Skor)			Bobot
	Rendah (1)	Sedang (2)	Tinggi (3)	
Jumlah Tenaga Kesehatan	< 97 Orang	97 - 174 Orang	> 174 Orang	0,130
Jumlah Sarana Kesehatan	< 17 Unit	17 - 29 Unit	>29 Unit	0,066
Sosialisasi Bencana	Tidak Ada	-	Ada	0,555
Usaha Antisipasi Bencana	Tidak Ada	-	Ada	0,214
Posko Tanggap Darurat Bencana	Tidak Ada	-	Ada	0,035

III.3.4 Pemetaan Risiko Banjir

Pembuatan peta risiko banjir menggunakan perkalian matriks VCA (*Vulnerability Capacity Analysis*) sesuai dengan PERKA BNPB No. 2 Tahun 2012. Kajian risiko bencana dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut:

$$Risiko\ Bencana \approx Ancaman * Kerentanan / Kapasitas$$

Rincian perhitungan matriks risiko bencana tanah longsor dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7 Perhitungan Matriks VCA

V/C		Kapasitas (C)		
		Tinggi	Sedang	Rendah
Kerentanan (V)	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang
	Sedang	Rendah	Sedang	Tinggi
	Tinggi	Sedang	Tinggi	Tinggi
H*V/C		V/C		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Ancaman (H)	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang
	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi
	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi

Hasil pengolahan risiko banjir kemudian dicek kesesuaiannya dengan data validasi lapangan. Data validasi lapangan diambil berdasarkan teknik *proportionate stratified random sampling*. Sampel diambil berdasarkan kelas risiko banjir, dan proporsi sampel diambil berdasarkan perbandingan luasan tiap kelas risiko. Adapun ukuran sampel ditentukan berdasarkan formula Anderson (Lo, 1996 dalam Rini, 2013) yaitu sebagai berikut :

$$N = \frac{4pq}{E^2} \dots\dots\dots(III.1)$$

Keterangan :

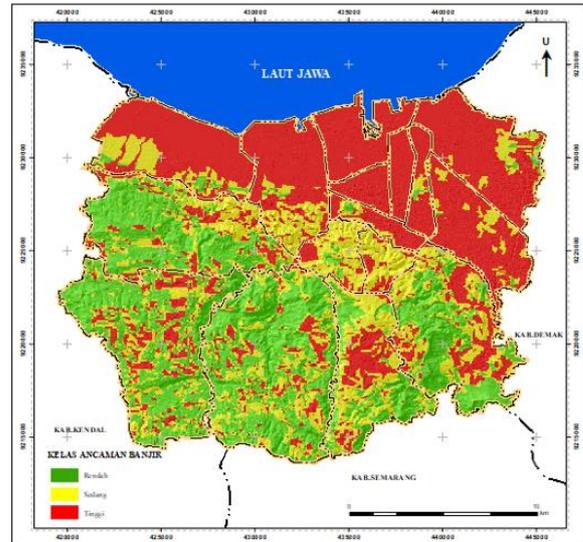
- N = Jumlah sampel
- p = Nilai ketelitian yang diharapkan
- q = Selisih antara 100 dan p
- E = Nilai kesalahan yang diterima

Berdasarkan formula di atas, dengan nilai p sebesar 90% dan nilai E sebesar 10, maka didapat jumlah sampel sebanyak 36 sampel. Kemudian sampel disebar berdasarkan proporsinya tiap kelas. Adapun proporsi yang diberikan yaitu berdasarkan persen luas tiap kelas terhadap luas total wilayah Kota Semarang, sehingga didapat sampel pada kelas rendah sebanyak 18 sampel, kelas sedang sebanyak 11 sampel dan pada tingkat tinggi sebanyak 7 sampel.

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Hasil dan Pembahasan Peta Ancaman Banjir

Berdasarkan hasil pemetaan ancaman banjir metode SNI, diperoleh tiga kelas ancaman banjir, yaitu kelas ancaman rendah, kelas ancaman sedang, dan kelas ancaman tinggi. Dari total luas wilayah Kota Semarang, diperoleh kelas rendah sebesar 32,62% dengan luas 12.748,404 ha, kelas sedang sebesar 25,14% dengan luas 9.827,314 ha, dan kelas tinggi sebesar 42,24% dengan luas 16.510,154 ha. Wilayah yang masuk ke dalam kelas ancaman tinggi terluas terdapat pada Kecamatan Genuk dengan luas 2.369,369 ha, sedangkan wilayah yang masuk ke dalam tingkat ancaman rendah terluas terdapat pada Kecamatan Gunungpati dengan luas 3.846,754 ha. Peta ancaman banjir dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3 Peta Ancaman Banjir Kota Semarang

Proses validasi dilakukan dengan membandingkan data hasil pemetaan ancaman banjir dengan data keadaan lapangan yang bertujuan untuk menentukan besarnya kesesuaian pengolahan dengan keadaan lapangan. Selain itu, setiap lokasi perlu dicek kondisi tutupan lahannya untuk mendapatkan kesimpulan kesesuaian yang lebih teliti terhadap parameter pengolahan peta ancaman banjir. Wilayah yang dipilih sebagai sampel merupakan wilayah yang pernah terjadi banjir berdasarkan data dari BPBD Kota Semarang. Penentuan titik validasi dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling* pada daerah yang memiliki historis banjir pada tahun 2014-2018 berdasarkan data rekap kejadian bencana yang diperoleh dari BPBD Kota Semarang. Adapun sampel yang diambil sebanyak 22 sampel dengan mempertimbangkan kelengkapan data yang diperoleh dari BPBD Kota Semarang.

Berdasarkan hasil rekapitulasi sampel validasi lapangan, terdapat 17 titik sampel yang memiliki kesesuaian dengan hasil pengolahan ancaman banjir, sedangkan 5 titik sampel tidak sesuai dengan hasil pengolahan ancaman banjir. Maka berdasarkan rekapitulasi tersebut didapat tingkat kesesuaian hasil pengolahan dengan data validasi lapangan sebesar 77,27%.

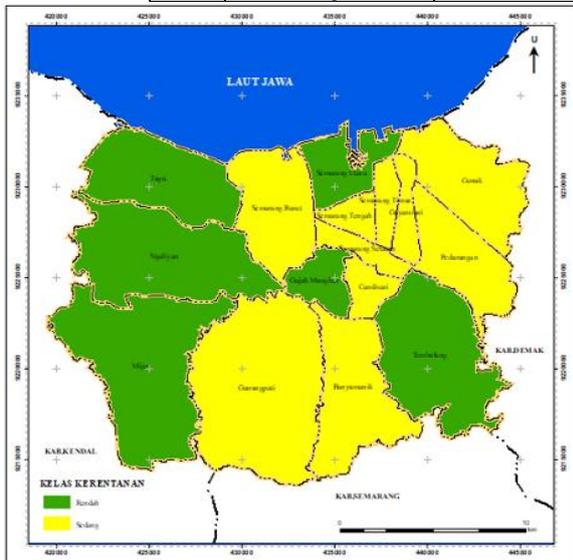
IV.2 Hasil dan Pembahasan Klasifikasi Kerentanan Banjir

Berdasarkan hasil pemetaan kerentanan banjir yang mengacu pada telaah dokumen dan pembobotan AHP, diperoleh dua kelas kerentanan banjir, yaitu kelas kerentanan rendah dan kelas kerentanan sedang. Dari total luas wilayah Kota Semarang, diperoleh kelas rendah sebesar 49,47% dengan luas 19.405,715 ha, dan kelas sedang sebesar 50,53% dengan luas 19.680,157 ha.

Visualisasi hasil klasifikasi kerentanan banjir dapat dilihat pada **Gambar 4**. Adapun klasifikasi pada setiap komponen kerentanan per kecamatan dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8 Klasifikasi Komponen Kerentanan Per Kecamatan

No	Kecamatan	Kerentanan Demografi Sosial Budaya	Kerentanan Ekonomi	Kerentanan Fisik	Kerentanan Lingkungan
1	Banyumanik	Sedang	Rendah	Tinggi	Sedang
2	Candisari	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah
3	Gajah Mungkur	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
4	Gayamsari	Tinggi	Rendah	Rendah	Rendah
5	Genuk	Rendah	Tinggi	Sedang	Rendah
6	Gunungpati	Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi
7	Mijen	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah
8	Ngaliyan	Rendah	Sedang	Sedang	Rendah
9	Pedurungan	Tinggi	Sedang	Sedang	Rendah
10	Semarang Barat	Sedang	Rendah	Tinggi	Rendah
11	Semarang Selatan	Sedang	Sedang	Rendah	Rendah
12	Semarang Tengah	Sedang	Tinggi	Rendah	Rendah
13	Semarang Timur	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
14	Semarang Utara	Sedang	Rendah	Rendah	Rendah
15	Tembalang	Rendah	Sedang	Sedang	Rendah
16	Tugu	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah



Gambar 4 Peta Kerentanan Banjir Kota Semarang

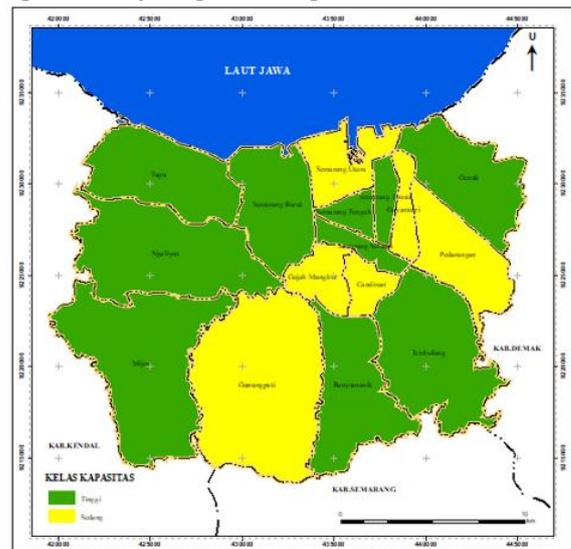
Terdapat 6 kecamatan yang masuk kategori kerentanan rendah, yaitu Kecamatan Gajah Mungkur, Kecamatan Mijen, Kecamatan Ngaliyan, Kecamatan Semarang Utara, Kecamatan Tembalang, dan Kecamatan Tugu. Sedangkan terdapat 10 kecamatan yang termasuk kerentanan sedang, yaitu Kecamatan Banyumanik, Kecamatan Candisari, Kecamatan Gayamsari, Kecamatan Genuk, Kecamatan Gunungpati, Kecamatan Pedurungan, Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Semarang Selatan, Kecamatan Tengah, dan Kecamatan Semarang Timur.

IV.3 Hasil dan Pembahasan Peta Kapasitas Banjir

Berdasarkan hasil pemetaan kapasitas banjir yang mengacu pada telaah dokumen dan pembobotan AHP, diperoleh dua kelas kapasitas banjir, yaitu kelas kapasitas sedang dan kelas kapasitas tinggi. Dari total luas wilayah Kota Semarang, diperoleh kelas sedang

sebesar 30,68% dengan luas 11.993,564 ha dan kelas tinggi sebesar 69,32% dengan luas 27.092,308 ha.

Terdapat 6 kecamatan yang masuk kategori kapasitas sedang, yaitu Kecamatan Candisari, Kecamatan Gajah Mungkur, Kecamatan Gayamsari, Kecamatan Gunungpati, Kecamatan Pedurungan, dan Kecamatan Semarang Utara. Sedangkan terdapat 10 kecamatan yang termasuk kapasitas tinggi, yaitu Kecamatan Banyumanik, Kecamatan Genuk, Kecamatan Mijen, Kecamatan Ngaliyan, Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Semarang Selatan, Kecamatan Tengah, Kecamatan Semarang Timur, Kecamatan Tembalang, dan Kecamatan Tugu. Peta kapasitas banjir dapat dilihat pada **Gambar 5**.

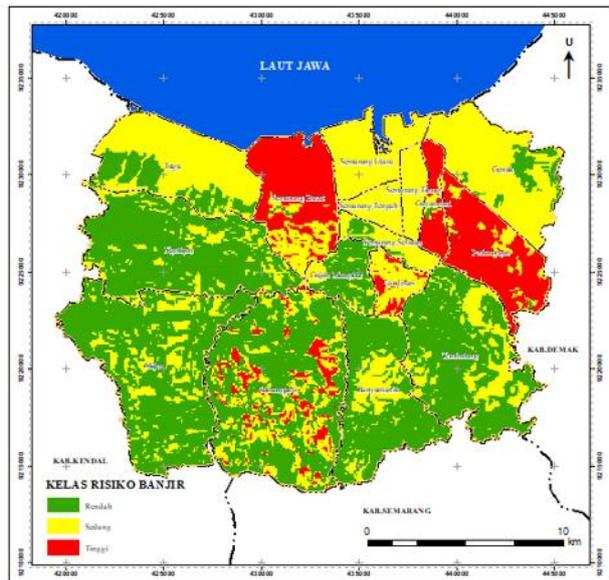


Gambar 5 Peta Kapasitas Banjir Kota Semarang

IV.4 Hasil dan Pembahasan Peta Risiko Banjir

Peta risiko bencana banjir diproses melalui overlay peta ancaman, kerentanan dan kapasitas banjir.

Kemudian dilakukan perkalian matriks menggunakan rumus VCA. Berdasarkan hasil *overlay* dan perhitungan matriks VCA, diperoleh diperoleh tiga kelas risiko banjir, yaitu kelas risiko rendah, kelas risiko sedang, dan kelas risiko tinggi. Dari total luas wilayah Kota Semarang, diperoleh kelas rendah sebesar 49,98% dengan luas 19.535,781 ha, kelas sedang sebesar 36,74% dengan luas 14.358,708 ha, dan kelas tinggi sebesar 13,28% dengan luas 5.191,383 ha. Peta risiko banjir dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6 Peta Risiko Banjir Kota Semarang

Wilayah kecamatan yang mempunyai tingkat risiko tinggi terluas terdapat pada Kecamatan Pedurungan dengan luas 1.885,952 ha, dengan persentase sebesar 86,050% dari wilayah Kecamatan Pedurungan, sedangkan kecamatan yang mempunyai tingkat risiko rendah terluas terdapat pada Kecamatan Mijen dengan luas 4.411,910 ha, dengan persentase sebesar 81,772% dari total luas wilayah Kecamatan Mijen.

Validasi kawasan risiko banjir Kota Semarang diperoleh dari hasil pengamatan visual dan wawancara dengan warga sekitar. Berdasarkan pengamatan dan wawancara tersebut, ditentukan tingkat kerentanan dan kapasitas pada titik tersebut, apakah titik termasuk ke dalam kelas rendah, sedang, atau tinggi, sedangkan untuk kelas ancaman diasumsikan rendah apabila tidak pernah terjadi banjir, kelas sedang apabila pernah terjadi banjir, dan kelas tinggi jika intensitas terjadi banjir lebih dari sekali. Tahapan selanjutnya, untuk menyimpulkan kelas risiko titik tersebut dengan menggunakan kombinasi matriks VCA. Hasil validasi yang telah dilakukan selanjutnya ditulis dalam lembar validasi sebagai bukti telah dilakukannya proses validasi lapangan.

Tabel 9 Contoh Titik Validasi Lapangan Risiko Banjir

Nama Titik	Alamat	Kecamatan	X (m)	Y (m)	Hasil Validasi	Hasil Pemodelan	Kesimpulan
Sedang 9	Jl. Ace, Srandol Wetan	Banyumanik	435368,13	9219346,156	Rendah	Sedang	Tinggi
Tinggi 1	Jl. Sri Kuncoro III, Kalibanteng Kulon	Semarang Barat	431257,187	9227722,181	Tinggi	Tinggi	Sesuai

Berdasarkan contoh hasil validasi tersebut dapat dilihat bahwa kesimpulan dari pengamatan dan hasil wawancara ada yang sesuai, ada pula yang tidak sesuai. Dikatakan tidak sesuai karena pada hasil pengolahan risiko banjir yang diperoleh pada titik validasi tersebut masuk ke dalam kelas risiko tinggi, sedangkan ketika dilakukan pengamatan langsung dan wawancara dengan warga setempat disimpulkan bahwa daerah sekitar titik validasi tersebut masuk ke dalam kelas risiko sedang.

Ada beberapa faktor yang memungkinkan terjadi ketidaksesuaian antara hasil pengolahan dengan hasil survei lapangan, salah satunya adalah data sekunder yang menjadi bahan utama pengolahan peta risiko banjir yang kurang *update* dan kurang teliti. Usaha antisipasi dan penanggulangan bencana banjir oleh pemerintah juga menjadi salah satu faktor menurunnya tingkat risiko seperti normalisasi sungai,

perbaikan fasilitas-fasilitas umum, sosialisasi bencana, meningkatkan sarana kesehatan yang sudah semakin gencar dalam beberapa tahun belakangan sebelum penelitian ini dilakukan. Hal ini diperkuat dengan hasil wawancara dengan beberapa warga yang mengungkapkan bahwa sekitar 10 tahun yang lalu sebelum penelitian ini dilakukan frekuensi terjadinya banjir cukup tinggi, tetapi sudah tidak pernah terjadi banjir lagi beberapa tahun belakangan (sekitar 4 atau 3 tahun sebelum penelitian ini dilakukan) setelah pemerintah melakukan banyak usaha untuk mengantisipasi terjadinya banjir. Selain itu adanya peran masyarakat yang semakin baik dalam mengurangi tingkat risiko banjir pada suatu daerah.

Berdasarkan 18 titik sampel kelas rendah, didapat kesesuaian sebesar 94,44%, pada kelas sedang diperoleh kesesuaian sebesar 45,45%, dan pada kelas tinggi diperoleh kesesuaian sebesar 71,43%. Secara

keseluruhan, dari 36 titik sampel tersebut, diperoleh 27 titik yang sesuai dengan hasil pengolahan peta risiko banjir dan 8 titik lainnya tidak sesuai dengan hasil pengolahan peta risiko banjir, sehingga diperoleh kesesuaian sebesar 75%.

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemetaan ancaman banjir Kota Semarang didapat dari parameter curah hujan, parameter kelerengan, dan parameter tutupan lahan. Berdasarkan hasil pengolahan diperoleh peta ancaman dengan kelas rendah seluas 12.748,404 ha atau 32,616% dari luas total wilayah Kota Semarang, kelas ancaman sedang seluas 9.827,314 ha atau sebesar 25,143%, dan kelas ancaman tinggi seluas 16.510,154 ha atau 42,241% wilayah Kota Semarang. Kecamatan yang mempunyai tingkat ancaman tinggi terluas terdapat pada Kecamatan Genuk dengan luas 2.369,369 ha. Berdasarkan data validasi lapangan diperoleh tingkat kesesuaian hasil pengolahan ancaman banjir Kota Semarang sebesar 77,27%.
2. Pemetaan kerentanan banjir Kota Semarang didapat dari penggabungan komponen kerentanan demografi sosial budaya, komponen kerentanan ekonomi, komponen kerentanan fisik, dan kerentanan lingkungan, dengan menggunakan data statistik dan kependudukan serta unit terkecil klasifikasi adalah pada wilayah administrasi kecamatan. Hasil penggabungan tersebut memperoleh 6 kecamatan yang masuk kategori kerentanan rendah, yaitu Kecamatan Gajah Mungkur, Kecamatan Mijen, Kecamatan Ngaliyan, Kecamatan Semarang Utara, Kecamatan Tembalang, dan Kecamatan Tugu, sedangkan terdapat 10 kecamatan yang termasuk kerentanan sedang, yaitu Kecamatan Banyumanik, Kecamatan Candisari, Kecamatan Gayamsari, Kecamatan Genuk, Kecamatan Gunungpati, Kecamatan Pedurungan, Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Semarang Selatan, Kecamatan Tengah, dan Kecamatan Semarang Timur.
3. Pemetaan kapasitas banjir Kota Semarang didapat dari penggabungan beberapa parameter, yaitu jumlah tenaga kesehatan, jumlah sarana kesehatan, sosialisasi bencana, usaha antisipasi bencana, dan posko tanggap darurat, yang diolah berdasarkan data BPBD dan statistik dengan unit terkecil klasifikasi adalah pada wilayah administrasi kecamatan. Berdasarkan hasil penggabungan tersebut diperoleh 6 kecamatan yang masuk

kategori kapasitas sedang, yaitu Candisari, Gajah Mungkur, Gayamsari, Gunungpati, Pedurungan, dan Semarang Utara. Sedangkan terdapat 10 kecamatan yang termasuk kapasitas tinggi yaitu Banyumanik, Genuk, Mijen, Ngaliyan, Semarang Barat, Semarang Selatan, Semarang Tengah, Semarang Timur, Tembalang, dan Tugu.

4. Pemodelan risiko banjir diperoleh dari *overlay* peta ancaman, kerentanan, dan kapasitas menggunakan matriks VCA. Hasil pemodelan risiko banjir diperoleh kelas risiko rendah seluas 19.535,781 ha atau sebesar 49,982% dari total luas Kota Semarang, kelas risiko sedang dengan luas 14.358,708 ha atau sebesar 36,736% dari total luas Kota Semarang, dan kelas risiko tinggi seluas 5.191,383 ha atau 13,282% dari total luas Kota Semarang. Kecamatan yang mempunyai tingkat risiko tinggi terluas terdapat pada Kecamatan Pedurungan dengan luas 1.885,952 ha, dengan persentase sebesar 86,050% dari wilayah Kecamatan Pedurungan. Berdasarkan data validasi lapangan, diperoleh tingkat kesesuaian hasil pemodelan risiko banjir sebesar 75%.

V.2 Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan dari awal hingga akhir, berikut saran-saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya:

1. Pengolahan ancaman banjir sebaiknya dibandingkan dengan metode lain agar didapat hasil peta ancaman banjir yang lebih baik.
2. Data-data yang digunakan untuk pengolahan sebaiknya menggunakan data terbaru sehingga memudahkan bagi peneliti untuk membuat peta dengan keadaan geografis yang paling *update* dan diharapkan hasilnya lebih relevan dengan kondisi sebenarnya di lapangan.
3. Pemetaan kerentanan dan kapasitas banjir sebaiknya diolah pada skala unit yang lebih kecil, seperti unit kelurahan atau RT/RW, sehingga diperoleh hasil pemodelan risiko banjir yang lebih detail, akurat, dan lebih merepresentasikan keadaan di lapangan.
4. Hasil akhir peta risiko banjir dengan metode VCA sebaiknya dibandingkan dengan metode lain untuk mendapat hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2011. *Indeks rawan bencana Indonesia*.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. 2018. *Semarang dalam Angka 2018*.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. *Metode Pemetaan Rawan Banjir Skala 1:50.000 dan 1:25.000*.

- Bayuaji, Dhuha G. 2016. *Analisis Penentuan Zonasi Risiko Bencana Tanah Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kabupaten Banjarnegara)*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Geodesi Universitas Diponegoro.
- Faizana, Fina. 2015. *Pemetaan Risiko Tanah Longsor Kota Semarang*. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Geodesi Universitas Diponegoro.
- Lestari, Sabda. 2019. *Pemetaan Risiko Banjir Kabupaten Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografis*. Skripsi. Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Nugraha, Arief Laila. 2013. *Pemetaan Risiko Bencana Banjir Rob Kota Semarang*. Yogyakarta: Teknik Geomatika Universitas Gajah Mada.
- Rini, Melania Swetika. 2013. *Studi Penggunaan Lahan di Kecamatan Umbulharjo Kota Yogyakarta Berdasarkan Interpretasi Citra Quickbird*. Magistra 25 (86).
- Rosyidie, Arief. 2013. *Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan*. Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota. Vol. 24 No. 3.
- Saaty, T. L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill.
- Peraturan Perundang-Undangan:**
- Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 4 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana.
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana.
- Pustaka dari internet:**
- De Bay. 2002. *Mengenal SIG dan Data Spasial*. <http://osgeo.ft.ugm.ac.id/mengenal-sig-dan-data-spasial/>. Diakses pada tanggal 2 Agustus 2019.