

ANALISIS KESIAPSIAGAAN BENCANA BANJIR DI KOTA SEMARANG DENGAN MENGGUNAKAN DATA *OPEN STREET MAP* (OSM) DAN INASAFE

Viona Yashinta^{*)}, Arief Laila Nugraha, Hana Sugiastu Firdaus

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

ABSTRAK

Kota Semarang termasuk kota besar dengan jumlah penduduk yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Salah satu permasalahan yang sering terjadi setiap tahunnya adalah masalah banjir. Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Semarang, pada tahun 2018 terdapat 36 kejadian bencana banjir yang jumlahnya meningkat sejak dua tahun terakhir. Pada tahun 2016 terdapat 30 kejadian banjir serta 28 kejadian banjir pada tahun 2017. Bencana banjir tidak hanya berakibat kerusakan fisik bangunan rumah dan sarana prasarana umum, tetapi juga terganggunya aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat.

Salah satu upaya untuk mengurangi kerugian adalah mengidentifikasi kawasan rawan banjir dan dampaknya menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Penelitian ini menggunakan perangkat lunak QGIS dengan plugin InaSAFE serta menggunakan data dari Open Street Map (OSM). Pemetaan daerah rawan banjir Kota Semarang menggunakan dua metode yaitu Atlas BMKG dan SNI 8197 tahun 2015. Kedua metode tersebut dibandingkan dan diambil salah satu diantaranya yang merupakan metode terbaik. Metode terbaik didasarkan dari validasi data kejadian banjir tahun 2018 dari BPBD dan data lapangan. Identifikasi bangunan dan infrastruktur jalan terpapar diproses menggunakan plugin InaSAFE.

Kesesuaian model rawan banjir Kota Semarang 97,84% untuk model rawan banjir atlas BMKG dan 76,29% untuk model rawan banjir metode SNI. Model rawan banjir Kota Semarang menggunakan metode atlas BMKG menghasilkan tingkat rawan banjir rendah seluas 12.541,1 Ha. Tingkat rawan banjir menengah seluas 16.368,7 Ha. Tingkat rawan banjir tinggi seluas 10.176,1 Ha. Kecamatan dengan daerah terpapar rawan banjir tinggi adalah Kecamatan Pedurungan dengan luas rawan banjir tinggi 1.911,9 Ha yang merupakan 87,234% dari keseluruhan luas Kecamatan tersebut. Jumlah bangunan yang terpapar rawan banjir sebanyak 243.114 bangunan. Jalan utama Kota Semarang yang terpapar rawan banjir sebanyak 30 ruas jalan dan jenis jalan regional sebanyak 44 ruas jalan

Kata Kunci : Atlas BMKG, Banjir Kota, InaSAFE, *Open Street Map*, SNI 8197

ABSTRACT

Semarang is a big city with a fast-growing population that continues to increase every year. One problem that often occurs every year is the problem of flooding. Based on the data from the Semarang City Disaster Management Agency (BPBD), in 2018 there were 36 flood disasters, the number has increased since the last two years. In 2016 there were 30 flood events and 28 flood events in 2017. The flood disaster not only caused physical damage to buildings or structures and public infrastructure but also disrupted social and economic activities of the community.

To prevent a big damage from flood disaster is to identify flood hazard areas and their exposure using Geographic Information Systems (GIS). This research will use QGIS InaSAFE plugin and use the data from Open Street Map (OSM). There will be a comparison between the results of flooding hazard mapping using the Atlas BMKG method and SNI 8197 of 2015 method and one of them is taken as the best method. The best method is based on the validation process using 2018 flood disasters data from BPBD and field survey. Furthermore, determining the number of buildings and flood-affected roads will be processed using the InaSAFE plugin.

The suitability of Semarang's flood hazard model using the Atlas BMKG method is 97,845%, and 76,293% using the SNI flood hazard models method. The Semarang City flood hazard model using the Atlas BMKG method produced a low flood hazard level of 12.541,1 Ha. The level of medium flood hazard is 16.368,7 Ha. High level of flood hazard area is 10.176,1 Ha. Subdistrict that is most exposed to high level flood hazard is Pedurungan District with 1.911,9 Ha which represents 87,234% of the total area of Pedurungan District. The number of buildings exposed to flood hazards is 243.114 buildings. The roads in Semarang City that are exposed to the flood hazard are 26 primary roads and 44 secondary roads.

Key Words: Atlas BMKG, City Flood, InaSAFE, *Open Street Map*, SNI 8197

^{*)}Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Kota Semarang merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang memiliki luas area 373,67 km² sekaligus ibu kota dari Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan letak geografisnya, Kota Semarang Berada di 109 ° 35' – 110 ° 50' Bujur timur dan 6 ° 50' – 7 ° 10' Lintang Selatan (Semarang.go.id, 2012). Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Semarang, pada tahun 2018 terdapat 36 kejadian bencana banjir yang jumlahnya meningkat sejak dua tahun terakhir. Pada tahun 2016 terdapat 30 kejadian banjir serta 28 kejadian banjir pada tahun 2017. Bencana banjir tidak hanya berakibat kerusakan fisik bangunan rumah dan sarana prasarana umum, tetapi juga terganggunya aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat.

Upaya pemerintah dalam mengurangi kerugian dan meningkatkan kewaspadaan adalah dengan memetakan kawasan rawan banjir. Terdapat literatur yang beragam untuk memetakan daerah rawan banjir, diantaranya adalah atlas rawan banjir BMKG dan SNI 8197 tahun 2015 tentang metode pemetaan rawan banjir. Atlas Rawan Banjir BMKG merupakan pedoman penyusunan model rawan banjir yang penyusunannya telah disesuaikan dengan kondisi Kota Semarang. Pada literatur ini digunakan 4 (empat) parameter yaitu tutupan lahan, sistem lahan, data kejadian banjir dan curah hujan rata-rata dasarian. Sedangkan SNI 8197 Tahun 2015 pemetaan kawasan rawan banjir dipengaruhi oleh 5 (lima) parameter yaitu data kejadian banjir, sistem lahan, tutupan lahan, kelerengan dan curah hujan. Pemetaan rawan banjir dengan kedua literatur tersebut dilakukan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Parameter pada setiap metode diberi nilai dan bobot lalu ditumpang susunkan (*overlay*). Parameter yang telah dioverlay dapat diakumulasikan nilainya dan dikasifikasikan sesuai dengan tingkat kelas rawan banjir setiap metode sehingga menghasilkan peta rawan banjir Kota Semarang. Metode terbaik dari hasil pengolahan kedua metode didasarkan dari validasi dengan data kejadian banjir 2018 dari BPBD Kota Semarang dan validasi lapangan. Model yang sudah divalidasi dibandingkan kesesuaiannya sehingga dapat diambil sebagai model terbaik.

Guna mengoptimalkan peran peta rawan banjir Kota Semarang yang terbentuk, dilakukan pemetaan daerah terpapar yang dapat mengetahui bangunan dan infrastruktur yang terpapar dari banjir kota. Pemetaan daerah terpapar dampak model rawan banjir Kota Semarang terhadap bangunan dan infrastruktur, dilakukan plotting model rawan banjir terhadap data vektor bangunan dan infrastruktur jalan dari Open Street Map (OSM). Plotting model rawan bencana terhadap data OSM dilakukan menggunakan plugin Qgis, InaSAFE. InaSAFE merupakan perangkat yang digunakan untuk membentuk skenario dampak bencana

yang dapat digunakan untuk kesiapsiagaan bencana. Hasil pengolahan data model rawan banjir tervalidasi dan data OSM di InaSAFE akan menghasilkan jumlah bangunan dan infrastruktur yang berada pada kawasan rawan banjir. Harapannya, hasil dari analisis kesiapsiagaan banjir ini dapat dijadikan sebagai salah satu pedoman bagi pemangku kebijakan dalam manajemen bencana banjir di Kota Semarang. Sehingga dilakukan penelitian ini yang berjudul “Analisis Kesiapsiagaan Banjir Kota Semarang Menggunakan data Open Street Map (OSM) dan InaSAFE”.

I.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini mempunyai beberapa rumusan masalah. Berikut penjelasannya.

1. Bagaimana tingkat kerawanan banjir di Kota Semarang sesuai dengan metode pemetaan dengan Atlas Rawan Banjir BMKG dan SNI 8197 Tahun 2015?
2. Bagaimana kesesuaian hasil model kerawanan banjir di Kota Semarang terhadap titik validasi kejadian banjir tahun 2018?
3. Bagaimana keterpaparan model rawan banjir terhadap bangunan dan infrastruktur jalan melalui aplikasi InaSAFE ?

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini mempunyai beberapa tujuan. Berikut penjelasannya.

1. Mengetahui tingkat kerawanan banjir di Kota Semarang berdasarkan Atlas Rawan Banjir BMKG dan SNI 8197 tahun 2015.
2. Mengetahui kesesuaian hasil model kerawanan banjir di Kota Semarang terhadap titik validasi kejadian banjir tahun 2018.
3. Mengetahui keterpaparan model rawan banjir terhadap bangunan dan infrastruktur jalan melalui aplikasi InaSAFE.

I.4 Batasan Penelitian

Batasan penelitian bertujuan untuk mencegah pembahasan yang terlalu melebar. Penelitian ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut.

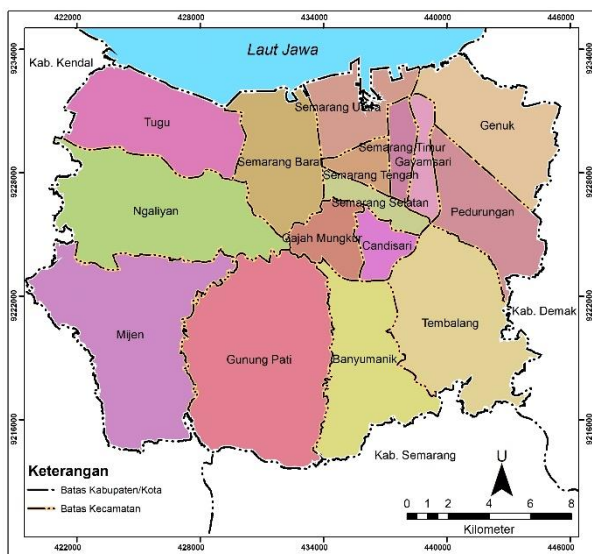
1. Penelitian hanya membahas tentang bencana banjir kota yang pernah dialami Kota Semarang.
2. Metode yang digunakan pada pengolahan data penelitian ini adalah metode skoring serta tumpang susun (*overlay*) dengan metode atlas BMKG dan SNI 8197 tahun 2015.
3. Parameter yang digunakan dalam pemetaan dengan metode atlas BMKG adalah tutupan lahan, curah hujan dasarian, sistem lahan dan kejadian banjir.
4. Parameter yang digunakan dalam pemetaan dengan metode SNI 8197 adalah tutupan lahan, curah hujan dasarian dan kelerengan.
5. Kesiapsiagaan bencana banjir dalam penelitian ini ialah mengidentifikasi bangunan dan

infrastruktur jalan terpapar banjir kota sehingga dapat digunakan untuk merencanakan penanggulangan bencana.

- Analisis keterpaparan menggunakan *plugin* InaSAFE pada perangkat lunak QGIS dengan data bangunan dan jalan dari OSM.

I.5 Lokasi Penelitian

Kota Semarang merupakan salah satu kota yang terdapat pada Provinsi Jawa Tengah. Secara geografis Kota Semarang 6°50' - 7°10' Lintang Selatan dan garis 109°50 - 110°35' Bujur Timur. Secara administrasi Kota Semarang terdiri dari 16 Kecamatan dan 177 Kelurahan. Lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Kesiapsiagaan

Kesiapsiagaan merupakan salah satu bagian penting dari manajemen bencana. Kesiapsiagaan menurut Mareta (2014) merupakan kegiatan yang dilakukan pada situasi yang terdapat potensi bencana dengan merencanakan bagaimana menanggapi bencana. Sedangkan menurut Carter (1991), kesiapsiagaan merupakan tindakan yang memungkinkan pemerintah, masyarakat, komunitas dan individu untuk mampu menanggapi suatu situasi bencana secara cepat dan tepat.

II.2 Banjir

Genangan adalah luapan air yang hanya terjadi dalam hitungan jam setelah hujan mulai turun (Mahardy, 2014). Genangan terjadi akibat meluapnya air hujan pada saluran pembuangan sehingga menyebabkan air terkumpul dan tertahan pada suatu wilayah dengan tinggi muka air 5 hingga >20 cm. Sedangkan banjir adalah meluapnya air hujan dengan debit besar yang tertahan pada suatu wilayah yang rendah dengan tinggi muka air 30 hingga > 200 cm.

II.2.1 Faktor Penyebab Banjir

Banjir itu sendiri disebabkan oleh banyak faktor. Namun secara umum penyebab terjadinya banjir diklasifikasikan dalam 2 kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia (Kodoatie dan Sugiyanto, 2007). Sebab-sebab banjir yang tergolong sebab alami antara lain:

- Curah hujan
- Pengaruh fisiografi
- Erosi dan sedimentasi
- Kapasitas sungai
- Kapasitas drainase yang tidak memadai
- Pengaruh air pasang

II.2.2 Karakteristik Daerah Rawan Banjir

Menurut Isnugroho yang dikutip dari Pratiwi, 2016, daerah rawan banjir merupakan suatu daerah yang sering atau berpotensi tinggi dalam mengalami bencana banjir sesuai karakteristik penyebabnya. Daerah rawan banjir tersebut menjadi empat tipologi:

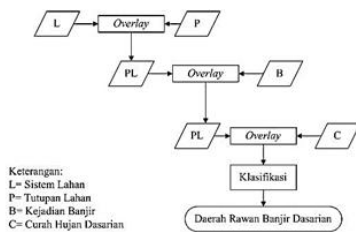
- Daerah Pantai**
Daerah pantai merupakan dataran rendah dengan elevasi permukaan tanahnya lebih rendah atau sama dengan elevasi air laut pasang rata-rata (*mean sea level*) dan tempat bermuaranya sungai yang biasanya mempunyai permasalahan penyumbatan muara.
- Daerah Dataran Banjir (*Floodplain Area*)**
Daerah dataran banjir (*Floodplain Area*) merupakan kanan kiri sungai yang muka tanahnya landai dan datar, sehingga aliran air menuju sungai sangat lambat dapat mengakibatkan daerah tersebut rawan terhadap banjir baik oleh luapan air sungai maupun karena hujan lokal.
- Daerah Sempadan Sungai**
Sempadan sungai merupakan daerah rawan banjir yang biasanya dijadikan permukiman sehingga padat penduduknya.
- Daerah Cekungan**
Daerah cekungan merupakan daerah yang relatif cukup luas baik di dataran rendah maupun di dataran tinggi.

II.3 Kajian Kerawanan

Menurut Perka BNPB No 2 Tahun 2012, rawan bencana adalah kondisi atau karakteristik geologis, biologis, hidrologis, klimatologis, geografis, sosial, budaya, politik, ekonomi, dan teknologi pada suatu kawasan untuk jangka waktu tertentu yang mengurangi kemampuan mencegah, meredam, mencapai kesiapan, dan mengurangi kemampuan untuk menanggapi dampak buruk bahaya tertentu. Kerawanan merupakan tingkat kemudahan terkena suatu kejadian yang mengancam dari suatu fenomena secara potensial pada suatu wilayah dalam periode waktu tertentu (UNDH dalam Munawar, 2008), sedangkan Dibyosaputro (1984) mendefinisikan kerawanan banjir merupakan tingkat kemudahan suatu daerah untuk dilanda banjir.

II.4 Pemetaan Rawan Banjir Metode Atlas BMKG

Dalam upaya mengenali potensi dan mengantisipasi kejadian banjir, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) menyusun Buku Atlas Rawan Banjir bekerjasama dengan Badan Informasi Geospasial (BIG) dan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Lebih lanjut, penyajian disusun dalam bentuk Atlas yang dibuat secara terpisah untuk masing-masing Kabupaten/Kota. Atlas Rawan Banjir dapat dimanfaatkan guna mengantisipasi dan mitigasi bencana banjir yang terjadi di Kota Semarang serta dapat dimanfaatkan untuk perencanaan kegiatan pembangunan di berbagai sektor.



Gambar 2 Diagram Alir Metodologi Analisis (BMKG,2012)

Penjabaran mengenai nilai-nilai bagi klasifikasi setiap data parameter dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1 Nilai Klasifikasi Parameter (BMKG,2012)

NO	PARAMETER	KLASIFIKASI	NILAI
1	Curah Hujan Rata-Rata Dasar (C)	> 200 mm	4
		100 - 200 mm	3
		50 - 100 mm	2
		≤ 50 mm	1
2	Sistem Lahan (L)	Wilayah berpotensi banjir	2
		Wilayah tidak berpotensi banjir	0
3	Kejadian Banjir (B)	Pernah Banjir	2
		Belum Pernah Banjir	0
4	Penutup Lahan (P)	Pemukiman	5
		Sawah, Danau, Tambak, Rawa	4
		Ladang, Tegalan	3
		Semak belukar, Tanah Kosong	2
		Hutan	1

Daerah rawan banjir yang akan dihasilkan dari klasifikasi jumlah nilai bobot. Terdapat empat tingkat kerawanan banjir yaitu aman, rendah, menengah dan tinggi. Klasifikasi ini dapat dilakukan dengan berpedoman pada **Tabel 2**.

Tabel 2 Klasifikasi Kelas Rawan Banjir (BMKG, 2012)

Jumlah Nilai Bobot	Tingkat Kerawanan
1 - 3	Aman
4 - 6	Rendah
7 - 9	Menengah
10 - 13	Tinggi

II.5 Pemetaan Rawan Banjir Metode SNI 8197 tahun 2015

SNI 8197 Tahun 2015 merupakan pedoman dalam pemetaan rawan banjir skala 1:50.000 dan 1:25.000. Dalam SNI ini hanya dibahas mengenai metode yang digunakan dalam pemetaan rawan banjir pada skala 1:50.000 dan 1:25.000. Pendekatan yang digunakan adalah analisis bentang lahan yang menekankan pada proses pembentukan sistem alami permukaan bumi.

Metode pemetaan rawan banjir kota merupakan analisis lanjutan yang didasarkan pada hasil tumpang susun banjir sungai dengan penutup lahan yang berasosiasi dengan pemukiman. Skor parameter curah hujan (dasar) dan karakteristik lahan yang digunakan, yaitu 30% untuk iklim dan 70% untuk karakteristik lahan.

Tabel 3 Nilai Klasifikasi Parameter (SNI, 2015)

PARAMETER	KLASIFIKASI	SKORING	PEMBOBOTAN	NILAI
Curah Hujan	≥ 200 mm	3	30%	0,90
	50 - 200 mm	2		0,60
	≤ 50 mm	1		0,30
Tutupan Lahan	Permakiman	3	35%	1,05
	Semak/Pertanian	2		0,70
	Sawah/Hutan	1		0,35
Kekeringan	0%-2%	3	35%	1,05
	2%-4%	2		0,70
	>4%	1		0,35

Pada metode pemetaan rawan banjir SNI 8197 tahun 2015, kelas rawan banjir dibagi menjadi 3 antara lain tinggi, menengah dan rendah. Interval masing-masing kelas rawan banjir SNI dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Tabel 4 Klasifikasi Kelas Rawan Banjir (SNI, 2105)

NILAI PEMBOBOTAN	INTERVAL KELAS	KELAS RAWAN
0,90 + 1,05 + 1,05 = 3,00	2,34-3,00	Tinggi
0,60 + 0,70 + 0,70 = 2,00	1,67-2,33	Menengah
0,30 + 0,35 + 0,35 = 1,00	1-1,66	Rendah

II.6 Open Street Map (OSM)

Data OSM dihimpun secara crowdsourcing, dimana pengguna dapat menambahkan proyek berupa data informasi geospasial ke OSM. Pengguna dapat mengakses data peta OSM yang tersimpan di Internet

dengan bebas. Karena memiliki data yang sifatnya bebas digunakan, pengguna dapat membangun database seta menyunting, menggandakan dan meretribusi data yang telah di Beberapa keuntungan utama dari OSM antara lain (Quinn dan Dutton, 2018):

1. Tidak dipungut biaya. Pada lokasi tertentu, OSM bahkan menyediakan data vektor dengan resolusi tinggi.
2. Sumber data dapat diunduh dan digunakan diberbagai produk kartografis.
3. OSM memperkenalkan kontributor untuk menambahkan berbagai jenis tipe fitur sehingga data OSM memiliki fitur yang lebih banyak dan lebih bernilai secara sosial daripada peta komersil dan peta pemerintah.
4. Data OSM lebih fleksibel dan dapat segera diperbarui saat ada perubahan di lapangan sedangkan peta milik pemerintah biasanya diperbarui dalam jangka waktu tertentu.

Sedangkan beberapa kelemahan yang dimiliki oleh OSM antara lain

1. Tidak memiliki pengecekan kualitas data secara sistematis sehingga pengguna menggunakan data dengan hati-hati terutama saat menggunakan informasi OSM untuk hal yang sangat penting.
2. OSM memiliki ketidilatan, presisi dan akurasi yang berbeda-beda tanpa ada cara sederhana untuk mengetahui perbedaannya di setiap tempat.
3. OSM bergantung pada subjek atau kontributor. Setiap kontributor harus membuat keputusan pribadi mengenai tipe dari fitur yang dipetakan di OSM.
4. Guna mengakses kumpulan data OSM dibutuhkan kemampuan teknik yang lebih daripada sekedar mengakses tampilan peta OSM.

Data OSM dapat diunduh melalui alamat *export.hotosm.org*. Pada penelitian ini digunakan adalah data bangunan dan jalan.tambahkan ke OSM.

II.7 InaSAFE

InaSAFE merupakan perangkat yang digunakan untuk memproduksi gambaran realistik skenario dampak bencana yang dapat digunakan untuk kesiapsiagaan bencana.

Menurut literatur yang dibuat oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), *Australia-Indonesia Facility for Disaster Reduction (AIFDR-DFAT)* dan *Humanitarian OpenStreetMap (HOT)* kinerja InaSAFE dipengaruhi oleh data masukan dan keluaran berupa *hazard* (ancaman), *exposure* (paparan), *impact* (hasil dari proses InaSAFE). Pembahasan ketiga data masukan dan keluaran tersebut dipaparkan pada berikut ini:

1. Hazard (Ancaman)

Merupakan data yang mendeskripsikan tingkatan dan besar suatu kejadian alam seperti gempa, tsunami dan

letusan gunung berapi yang berpotensi untuk menyebabkan dampak yang dapat mengancam dan mengganggu kehidupan dan mata pencaharian masyarakat. Secara umum data ancaman yang digunakan InaSAFE menggambarkan skenario ancaman tunggal. Skenario memiliki maksud bahwa ancaman tersebut:

- a. Berada pada lokasi tertentu,
- b. memiliki intensitas kejadian yang terukur,
- c. memiliki durasi yang terukur,
- d. memiliki jangka waktu tertentu.

2. Exposure (Paparan)

Merupakan data yang merepresentasikan hal-hal yang berada dalam resiko saat dihadapkan dengan potensi ancaman bencana. Paparan dapat berupa buatan manusia seperti bangunan publik, rumah, jalan dan jembatan, atau dapat jua berupa kenampakan alam seperti populasi, sawah dan danau. Elemen terpapar tersebut dapat dibagi menjadi beberapa kategori termasuk elemen-elemen fisik seperti rumah dan jaringan fisik, elemen ekonomi seperti lahan pertanian dan akses ke perkantoran, elemen sosial seperti kelompok masyarakat rentan dan jumlah populasi, serta elemen lingkungan seperti udara, air, tumbuhan dan hewan.

3. Impact (Hasil)

Merupakan hasil yang didapatkan dari proses InaSAFE berupa efek yang ditimbulkan dari penggabungan data ancaman dan data paparan. Misalnya, terdapat banjir di Kota Semarang, lalu diproses terhadap data bangunan di Semarang, lapisan *impact* memperlihatkan rumah yang terdampak banjir di Kota Semarang dengan kata lain data yang masuk ke InaSAFE berupa *hazards* (ancaman) dan *exposure* (paparan) dan yang keluar berupa *impact*.

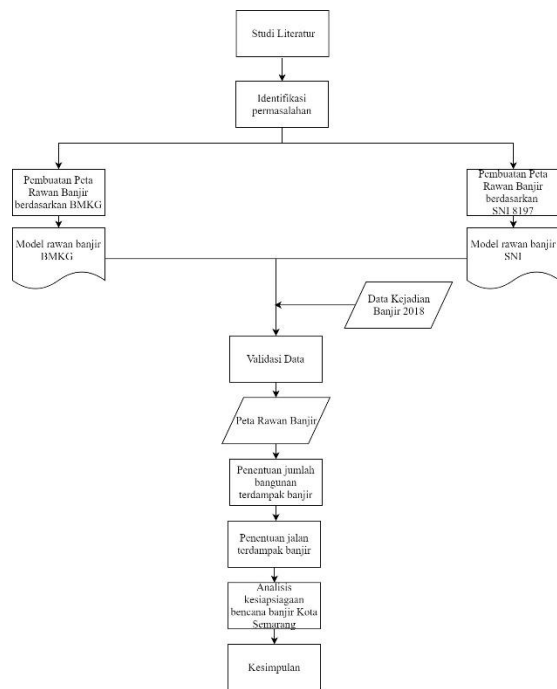
II.8 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis merupakan sebuah sistem atau teknologi berbasis komputer yang dibangun dengan tujuan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah dan menganalisa, serta menyajikan data-data dan informasi dari suatu objek atau fenomena yang berkaitan dengan letak atau keberadaannya di permukaan bumi (Ekadinata dkk,2011).

III. Metodologi Penelitian

III.1 Diagram Alir

Secara garis besar tahapan penelitian dilakukan sesuai dengan **Gambar 3**.



Gambar 3 Diagram alir penelitian

III.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

III.2.1 Peralatan Pengolahan Data

a. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam pengolahan data ini menggunakan laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Sistem operasi : Windows 7
- 2) Processor : Intel Core i3
- 3) System type : 64-bit operating system
- 4) RAM : 6 GB

b. Perangkat Lunak (*Software*)

- 1) ArcGIS 10.3
- 2) QGIS 3.4
- 3) InaSAFE 5.0

III.2.2 Data Penelitian

- a. Data curah hujan dasarian Kota Semarang tahun 2008-2007 (BMKG Jawa Tengah)
- b. Data tutupan lahan Kota Semarang tahun 2012 (Bappeda Kota Semarang)
- c. Data kejadian banjir Kota Semarang tahun 2012-2018 (BPBD Kota Semarang)
- d. Data sistem lahan Kota Semarang tahun 2008 (Badan Informasi Geospasial)
- e. Citra DEMNAS Resolusi 8m (Badan Informasi Geospasial)
- f. Data bangunan & jalan Kota Semarang tahun 2018 (*Open Street Map* (OSM))
- g. Data digital administrasi Kota Semarang (Bappeda Kota Semarang)

III.3 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian analisis kesiapsiagaan bencana di Kota Semarang dilakukan dalam beberapa tahap. Tahapan penelitian tersebut antara lain pemetaan rawan banjir menggunakan metode Atlas BMKG dan metode SNI, validasi hasil pemetaan rawan banjir terhadap titik-titik kejadian banjir Kota Semarang tahun 2018 serta pada titik-titik daerah yang menghasilkan perbedaan kelas rawan banjir yang signifikan (Tinggi dan Rendah) antara kedua metode, pembuatan keterpaparan rawan terhadap bangunan dan jalan menggunakan *plugin* InaSAFE yang terdapat pada Qgis, melakukan analisis kesiapsiagaan bencana banjir Kota Semarang.

III.4 Pemetaan Banjir Metode Atlas BMKG

Pemetaan rawan banjir dengan dengan metode atlas BMKG dilakukan dengan pemberian skor dan *overlay* pada data parameter sehingga mendapatkan kelas rawan banjir. Berdasarkan metode atlas BMKG, parameter yang mempengaruhi daerah rawan banjir adalah curah hujan dasarian, tutupan lahan, kejadian banjir dan sistem lahan. Berikut pembahasan nilai masing-masing parameter yang digunakan dalam penyusunan peta rawan banjir berdasarkan metode atlas BMKG:

III.4.1 Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam penyusunan peta rawan banjir berdasarkan metode atlas BMKG adalah curah hujan rata-rata dasarian. Penelitian ini menggunakan data curah hujan dasarian Kota Semarang tahun 2008-2017 pada 9 titik stasiun yang berada di Beringin, Candi, Gunungpati, Stasiun Klimatologi Semarang, Klipang, Maritim, Meteseh, Ngaliyan dan Pedurungan. Data curah hujan dasarian diinterpolasi menggunakan interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighting*) menghasilkan curah hujan pada kelas 100mm- 200 mm/ dasarian.

III.4.2 Tutupan Lahan

Data parameter tutupan lahan diperoleh dari peta tata guna lahan RTRW Kota Semarang. Klasifikasi tutupan lahan dalam pemetaan rawan banjir menggunakan metode atlas BMKG dibedakan menjadi sepuluh kelompok, yaitu pemukiman, sawah, danau, tambak, rawa, ladang, tegalan, semak belukar, tanah kosong dan hutan.

III.4.3 Kejadian Banjir

Data kejadian banjir tahun 2013 – 2017 diperoleh dari BPBD Kota Semarang yang berupa data tabular diubah menjadi data spasial. Zona kejadian banjir disesuaikan dengan batas RW pada lokasi terjadinya banjir. Pada atlas BMKG, kejadian banjir dikelaskan menjadi kelas pernah banjir dan kelas belum pernah terjadi banjir.

III.4.4 Sistem Lahan

Sistem lahan Kota Semarang terdiri dari dataran banjir, rawa, dataran gabungan, dataran berbukit kecil, dataran vulkanik basa, aliran lava, bukit rendah dan lereng lahar. Pada atlas BMKG, klasifikasi sistem lahan dibedakan menjadi dua kelas yaitu kelas berpontensi

banjir dan tidak berpotensi banjir. Berdasarkan hasil diskusi bersama forcaster Stasiun Klimatologi Kota Semarang, ditarik kesimpulan bahwa jenis sistem lahan yang berpotensi banjir antara lain:

- a. Dataran Banjir
Merupakan dataran banjir pada sungai kecil di antara perbukitan.
- b. Dataran gabungan
Merupakan dataran gabungan endapan muara dan endapan sungai.
- c. Rawa
Merupakan rawa antar pasang surut.

III.5 Pemetaan Rawan Banjir Metode SNI 8197 Tahun 2015

Pemetaan rawan banjir SNI diawali dengan pemberian skor serta bobot pada setiap parameter. Lalu dilakukan *overlay* untuk mengetahui kelas rawan banjir. Berdasarkan metode SNI, parameter yang mempengaruhi adalah curah hujan dasarian, kelerengan lahan dan tutupan lahan.

III.5.1 Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan pada pemetaan rawan banjir metode SNI adalah curah hujan dasarian. Sama seperti data curah hujan yang digunakan pada metode BMKG, curah hujan pada metode ini disusun berdasarkan data dari 9 titik stasiun hujan yang tersebar di Beringin, Candi, Gunungpati, Stasiun Klimatologi Semarang, Klipang, Maritim, Meteseh, Ngaliyan dan Pedurungan. Data curah hujan diinterpolasi menggunakan interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighting*) menghasilkan curah hujan pada kelas 50mm-200mm/ dasarian.

III.5.2 Kelerengan Lahan

Data kelerengan lahan Kota Semarang didapatkan dari pengolahan data DEMNAS. Data DEMNAS yang memiliki resolusi 8m disesuaikan kembali dengan membuat kontur berdasarkan skala produk peta yang akan dihasilkan yaitu 1: 25000. Kontur berinterval 12,5 meter dari data DEMNAS diolah menjadi kelerengan lahan dengan ukuran piksel sebesar 58,9 meter.

Persamaan 1 Ukuran Piksel Optimal (Hengl,2006)

$$\frac{\text{Total Panjang Kontur}}{\text{Luas Area}} \times 0,5$$

Kelerengan lahan yang telah dikelaskan kembali sesuai klasifikasi SNI digeneralisasi dengan menghilangkan unsur yang terlalu kecil menurut skala pemetaan terkecil. Rumus generalisasi kelerengan lahan dapat dilihat pada persamaan 2. Hasil perhitungan tersebut menghasilkan bahwa unsur yang memiliki luas kurang dari 15.625m² harus digeneralisasi.

Persamaan 2 Generalisasi Kelerengan (Kardono dalam Mahmudi, 2015)

$$\left(\frac{5 \times \text{Penyebut Skala}}{1000} \right)^2$$

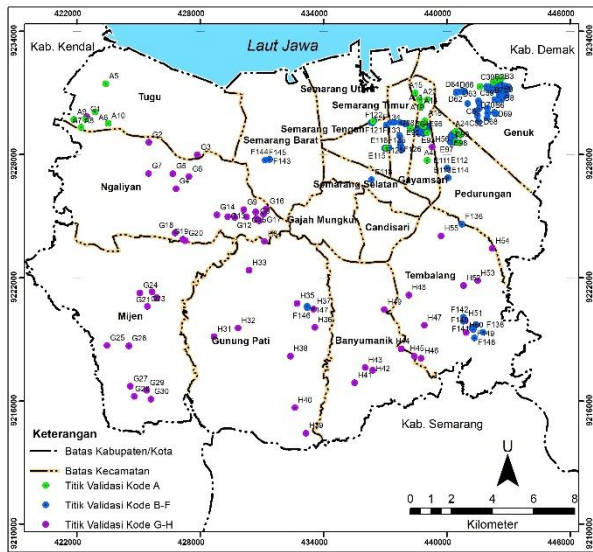
III.5.3 Tutupan Lahan

Data tutupan lahan yang digunakan pada metode ini diperoleh dari RTRW Kota Semarang. Klasifikasi tutupan lahan dalam pemetaan rawan banjir menggunakan metode SNI 8197 tahun 2015 dibedakan menjadi lima kelompok antara lain, permukiman, semak, pertanian, sawah dan hutan.

III.6 Validasi Peta Rawan Banjir

Proses validasi dilakukan dengan membandingkan hasil pemodelan rawan banjir dengan data kejadian banjir Kota Semarang tahun 2018 yang diperoleh dari BPBD Kota Semarang. Validasi lapangan juga dilakukan pada beberapa titik kejadian banjir berdasarkan data BPBD yang tidak memiliki informasi kejadian yang lengkap. Selain divalidasi menggunakan data kejadian banjir, model rawan banjir divalidasi menggunakan titik-titik daerah rawan yang mengalami ketimpangan hasil kedua metode, hal itu dilakukan karena validasi menggunakan titik kejadian banjir menghasilkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Titik-titik tersebut dipilih pada daerah dengan tutupan lahan permukiman yang memiliki ketimpangan hasil dari metode BMKG dan SNI yaitu tinggi dan rendah. Titik validasi diambil menggunakan aplikasi GPS Map Camera karena memiliki fitur geotagging pada foto lapangan yang diambil sehingga memudahkan untuk analisis kesesuaian.

Parameter kesesuaian yang dilihat pada titik validasi antara lain tutupan lahan, kelerengan dan kejadian banjir historis yang ditanyakan saat di lapangan. Parameter kejadian banjir historis dibedakan menjadi 3 golongan dengan skenario bila daerah tersebut sering terjadi banjir maka merupakan daerah rawan banjir tinggi, bila daerah tersebut hanya pernah terjadi banjir maka masuk dalam golongan daerah rawan banjir menengah dan bila tidak pernah terjadi banjir maka merupakan daerah rawan banjir rendah. Apabila nilai validasi disebut mempunyai nilai presentasi kebenaran, maka hasil pemodelan bisa dikatakan cukup sesuai dengan kondisi sebenarnya di lapangan.



Gambar 4 Titik-Titik Validasi

III.7 Verifikasi Data Bangunan OSM

Verifikasi data bangunan Kota Semarang yang didapatkan dari Open Street Map dilakukan dengan menampalkan data vektor tersebut pada Citra Worldview-2 akuisisi tahun 2016 dari Badan Informasi Geospasial. Verifikasi dilakukan pada setiap kecamatan di Kota Semarang dengan menentukan titik tengah daerah pemukiman dan membandingkannya dengan data bangunan OSM yang ditampalkan dengan citra resolusi tinggi. Verifikasi kelengkapan data bangunan dilakukan dengan menganalisis adanya bangunan yang belum terdigitasi.

Selain verifikasi dengan metode tersebut, dilakukan verifikasi jenis bangunan. Verifikasi jenis bangunan dilakukan pada satu kecamatan dengan membandingkan jenis bangunan tempat ibadah serta pendidikan dengan keadaan dilapangan. Hal tersebut dilakukan guna mengetahui kesesuaian jenis bangunan yang tercantum dengan keadaan dilapangan.

III.8 Analisis Keterpaparan Rawan Banjir dengan InaSAFE

Data bangunan dan jalan yang diperoleh dari OSM sebagai exposure atau keterpaparan, sedangkan model rawan banjir Kota Semarang tervalidasi dengan kelas rawan tinggi diidentifikasi sebagai hazard atau rawan pada InaSAFE. Kata kunci yang harus diisi pada InaSAFE *keywizard* untuk data keterpaparan antara lain jenis data, sistem pengkelasan data dan sumber data. Pada bagian pengisian jenis data, dapat diisi *structure* bila bangunan dan *roads* bila data masukan berupa data jaringan jalan. Sistem pengkelasan yang dipilih ialah pengkelasan sesuai kelas OSM. Data rawan banjir juga perlu diidentifikasi melalui InaSAFE *keywizard*. Pada menu tersebut diisikan jenis bencana, tipe skenario ancaman, atribut yang merepresentasikan kejadian bencana, sistem klasifikasi dan sumber. Sehubungan dengan penelitian ini maka jenis bencana yang dipilih adalah banjir. Tipe skenario ancaman banjir terdiri dari

dua tipe antara lain kejadian tunggal dan kejadian yang berulang.

IV. Hasil dan Pembahasan

IV.1 Pemetaan Rawan Banjir Kota Semarang

Penelitian ini dilakukan untuk memetakan kawasan rawan banjir Kota Semarang. Metode yang digunakan terdiri dari dua metode yaitu Atlas BMKG dan SNI 8197 tahun 2015.

IV.1.1 Perbandingan Parameter Metode BMKG dan SNI

Tabel 5 Perbandingan Parameter BMKG dan SNI

PARAMETER	KLASIFIKASI	
	BMKG	SNI
Curah Hujan Rata-Rata Dasarian	> 200 mm	≥ 200 mm
	100 - 200 mm	50 - 200 mm
	50 - 100 mm	≤ 50 mm
	≤ 50 mm	
Penutup Lahan	Pemukiman	Pemukiman
	Sawah, Danau, Tambak, Rawa	Semak/Pertanian
	Ladang, Tegalan	Sawah/Hutan
	Semak belukar, Tanah Kosong	
Sistem Lahan	Hutan	
	Wilayah berpotensi banjir	
Kejadian Banjir	Wilayah tidak berpotensi banjir	
	Pernah Banjir	
Kelerengan		0%-2%
		2%-4%
		>4%

Atlas BMKG membagi parameter curah hujan menjadi 4 kelas sedangkan SNI menjadi 3 kelas. Pada parameter tutupan lahan, atlas BMKG membagi tutupan lahan dalam 10 jenis dan pada 5 klasifikasi menurut nilai bobotnya sedangkan metode SNI membaginya dalam 5 jenis tutupan lahan dan 3 klasifikasi menurut nilai yang diberikan. Selain itu, terdapat 2 parameter yang digunakan oleh metode atlas BMKG namun tidak digunakan oleh metode SNI yaitu parameter sistem lahan dan kejadian banjir. Sedangkan parameter kelerengan lahan digunakan pada metode SNI namun tidak digunakan pada metode atlas BMKG.

IV.1.2 Pemetaan Rawan Banjir Kota Semarang Metode Atlas BMKG

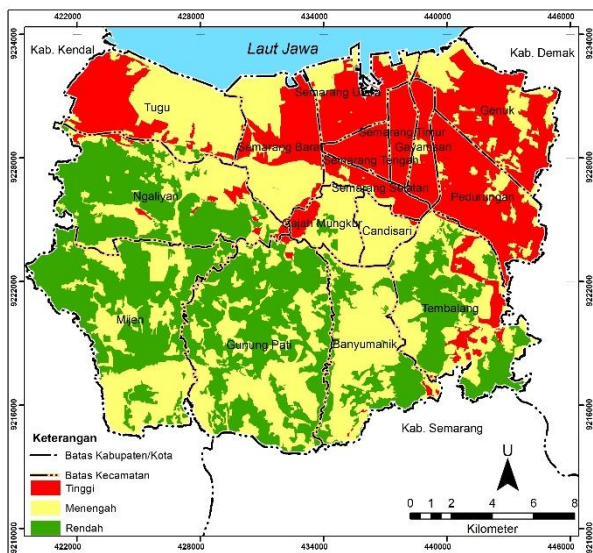
Pemetaan rawan banjir Kota Semarang menggunakan metode atlas BMKG menghasilkan kelas rawan tinggi, menengah dan rendah. Kelas rawan tinggi menghasilkan daerah rawan seluas 10176,1 hektar dengan presentase 39,368%. Kelas rawan menengah memiliki luas 16368,7 hektar dengan presentase 25,849%. Kelas rawan rendah memiliki luas 12541.1 hektar dengan presentase 41,979%. Kelas rawan banjir tinggi tersebar di 15 kecamatan dari 16 kecamatan, kecamatan yang tidak menghasilkan kelas rawan tinggi ialah Kecamatan Mijen. Sedangkan kelas rawan menengah tersebar diseluruh kecamatan di Kota Semarang. Kelas rawan rendah tersebar di 12 Kecamatan di Kota Semarang.

Tabel 6 Luas Rawan Banjir Metode Atlas BMKG

KECAMATAN	LUAS KELAS RAWAN (ha)			JUMLAH (ha)
	TINGGI	MENENGAH	RENDAH	
Banyumanik	28,5	1993,5	1074,4	3096,4
Candisari	15,2	646	0	661,2
Gajah Mungkur	164,5	708,5	68,8	941,8
Gayamsari	576,4	66,0	0	642,4
Genuk	1835,2	902,7	0	2738,0
Gunungpati	31,0	2538,9	3563,4	6133,3
Mijen	0	2182,0	3213,4	5395,4
Ngaliyan	211,4	1493,3	2764,7	4469,3
Pedurungan	1911,9	279,5	0,3	2191,7
Semarang Barat	1038,9	1465,8	5,5	2510,3
Semarang Selatan	471,0	140,0	3,5	614,6
Semarang Tengah	534,0	0,6	0	534,6
Semarang Timur	557,4	0,4	0	557,8
Semarang Utara	1042,1	380,9	0,4	1423,3
Tembalang	458,8	1877,5	1810,9	4147,2
Tugu	1299,7	1693,1	35,9	3028,8
LUAS TOTAL (ha)	10176,1	16368,7	12541,1	39085,9

Tabel 7 Luas Rawan Banjir Metode SNI 8197

KECAMATAN	LUAS KELAS RAWAN (ha)			JUMLAH (ha)
	TINGGI	MENENGAH	RENDAH	
Banyumanik	564,0	1336,5	1195,8	3096,4
Candisari	120,9	540,3	0	661,2
Gajah Mungkur	171,7	704	66,1	941,8
Gayamsari	546,6	78,3	17,5	642,4
Genuk	2340,7	326,7	70,6	2738,0
Gunungpati	566,5	1530,5	4036,2	6133,3
Mijen	861,0	1175,8	3358,6	5395,4
Ngaliyan	558,1	1269,8	2641,4	4469,3
Pedurungan	1881,4	286,1	24,1	2191,7
Semarang Barat	1801,1	682,3	26,9	2510,3
Semarang Selatan	425,3	164,4	24,9	614,5
Semarang Tengah	525,7	8,9	0	534,6
Semarang Timur	551,4	6,4	0	557,8
Semarang Utara	1423,3	0	0	1423,3
Tembalang	909	1359,4	1878,8	4147,2
Tugu	2250,1	633,9	144,7	3028,8
LUAS TOTAL (ha)	15496,9	10103,5	13485,5	39085,9



Gambar 5 Peta Rawan Banjir Kota Semarang Metode Atlas BMKG

Gambar 6 Peta Rawan Banjir Kota Semarang Metode SNI 8197

IV.2 Validasi Peta Rawan Banjir Kota Semarang

Hasil validasi diperoleh 27 titik data kejadian banjir BPBD dan 205 titik dilapangan. Data validasi tersebut menghasilkan nilai kesesuaian antara kedua model rawan banjir BMKG dan SNI dengan kejadian di lapangan. Nilai kesesuaian model rawan banjir atlas BMKG sebesar 97,845% . Model rawan banjir SNI 8197 tahun 2015 mendapatkan nilai kesesuaian sebesar 76,293%. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa model rawan banjir atlas BMKG lebih cocok digunakan untuk Kota Semarang dan dapat diambil sebagai data pendukung analisis keterpaparan banjir menggunakan plugin InaSAFE di QGIS.

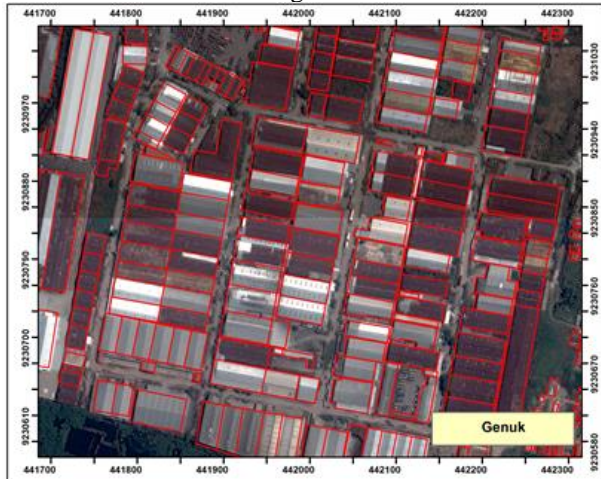
IV.3 Keterpaparan Daerah Rawan Banjir dengan InaSAFE

Pada pengolahan keterpaparan rawan banjir dan InaSAFE, digunakan dua jenis data yang diunduh dari OSM (Open Street Map) yaitu data bangunan Kota Semarang dan data jalan Kota Semarang. Pengolahan dengan InaSAFE memiliki kelebihan berupa otomatisasi penggolongan jenis data dan pembuatan laporan hasil akhir. Hasil pengolahan dapat disimpan sebagai informasi tabular sehingga dapat dibuka tanpa menggunakan aplikasi QGIS.

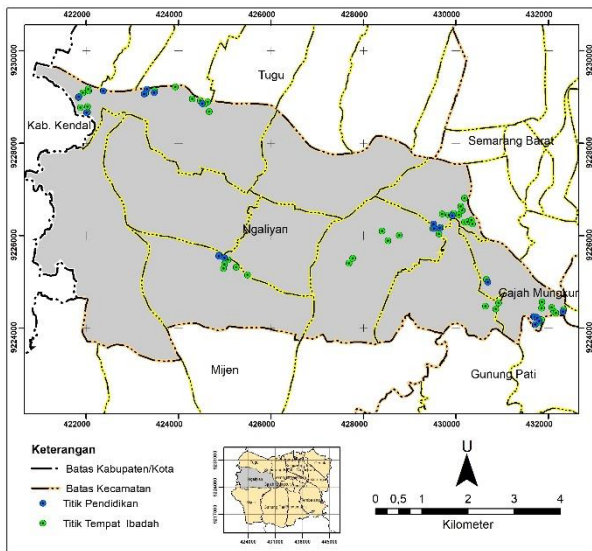
IV.1.3 Pemetaan Rawan Banjir Kota Semarang Metode SNI 8197 Tahun 2015

Pemetaan rawan banjir Kota Semarang menggunakan metode SNI menghasilkan ketiga kelas rawan tinggi, menengah dan rendah. Kelas rawan tinggi 39,648% dengan luas rawan 15.496,9 hektar terdapat di seluruh kecamatan. Kelas rawan banjir rendah seluas 13.485,5 hektar terdapat di 12 dari 16 kecamatan. kelas rawan banjir menengah sebesar 25,849% yang memiliki luas 10.103,5 hektar tersebar di 15 dari 16 kecamatan yang berada di Kota Semarang.

IV.3.1 Verifikasi Data Bangunan OSM



Gambar 7 Verifikasi Data Bangunan OSM

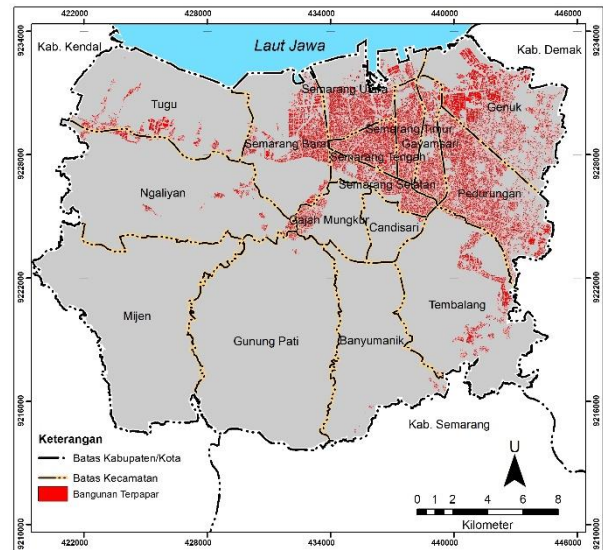


Gambar 8 Titik-Titik Verifikasi Jenis Bangunan

Verifikasi data bangunan dari OSM pada 16 titik kecamatan di Kota Semarang menghasilkan bahwa data bangunan tersebut sesuai dengan obyek yang teridentifikasi sebagai bangunan. Kelengkapan data OSM hasil verifikasi menunjukkan bahwa beberapa bangunan belum terdigitasi sehingga hal tersebut dapat mempengaruhi jumlah unit bangunan terdampak pada hasil proses InaSAFE. Guna memverifikasi pengkelasan kelas OSM yang cukup timpang antara kelas bangunan dan kelas tempat ibadah serta pendidikan, maka dilakukan verifikasi pada beberapa titik bangunan tempat ibadah dan pendidikan di Kecamatan Ngaliyan. Hasil verifikasi menunjukkan 20 dari 21 titik sampel pendidikan sesuai keadaan di lapangan sedangkan 53 dari 53 titik tempat ibadah sesuai dengan keadaan di lapangan. Verifikasi data bangunan yang belum terdata sesuai jenisnya menghasilkan bahwa sebagian besar kelas yes

merupakan permukiman atau perumahan, kawasan industri dan beberapa kompleks perkantoran.

IV.3.2 Bangunan Terpapar Rawan Banjir



Gambar 9 Bangunan Terpapar Rawan Banjir

Total bangunan Kota Semarang pada data OSM sebanyak 496.669 bangunan, 243.114 diantaranya terpapar banjir. Pada 15 Kecamatan yang terpapar rawan banjir, Kecamatan Pedurungan memiliki jumlah bangunan terpapar paling tinggi yaitu sebanyak 54.761 bangunan. Pada Kecamatan Mijen tidak terdapat bangunan terpapar ancaman banjir karena tidak teridentifikasi rawan banjir tinggi hanya rawan banjir menengah dan rendah.

Fasilitas yang terpengaruh saat terjadi bencana banjir salah satunya adalah fasilitas kesehatan. Beberapa rumah sakit umum di Kota Semarang berada dalam daerah rawan banjir.

Rumah sakit tersebut antara lain *Semarang Medical Center* (SMC) Rumah Sakit Telogorejo, Siloam Hospitals Semarang, Rumah Sakit Islam Sultan Agung, Rumah Sakit Panti Wilasa Citarum, Rumah Sakit Puri Asih Semarang, Rumah Sakit Columbia Asia, Rumah Sakit Tentara, Rumah Sakit Panti Wilasa Dr Cipto, Rumah Sakit Bhayangkara, Rumah Sakit Roemani Muhammadiyah, Rumah Sakit Jiwa Daerah Dr. Amino Gondohutomo dan RSUD Kota Semarang K.R.M.T. Wongsonegoro. Selain itu juga ada beberapa pasar yang berada pada daerah rawan banjir seperti Pasar Johar, Pasar Karang Ayu dan TPI Mangkang.

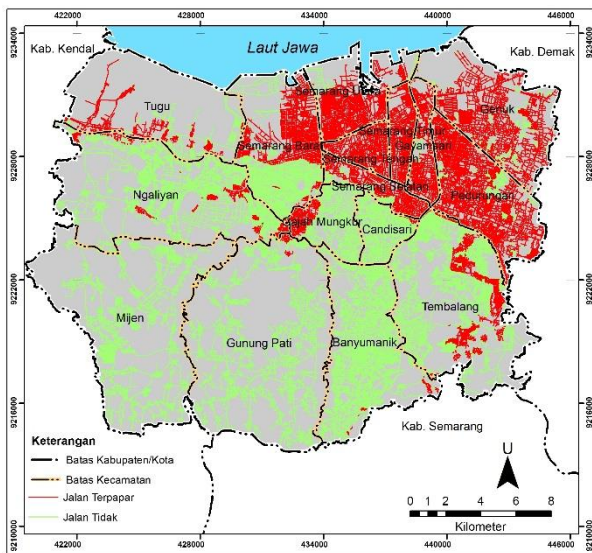
Tempat pariwisata yang terpapar ancaman banjir Kota Semarang antara lain Masjid Agung Jawa Tengah, Masjid Kauman, Gereja Blenduk, Pantai Marina, Puri Maerokoco, Banjir Kanal Barat, Pusat Oleh-Oleh Pandanaran, Mall Paragon, Kampong Semarang, Semarang Kreatif Galeri, Mall Ciputra, Lawang Sewu, Kawasan Kota Lama Semarang, Kawasan Pecinan Semarang, Museum Ronggowarsito, Kawasan Simpang Lima Semarang, Taman Indonesia Kaya, Taman Pandanaran. Kegiatan pemerintahan juga

dapat terdampak banjir. Kantor pemerintah yang terpapar ancaman banjir antara lain Balai Kota Semarang dan Kantor Gubernur Jawa Tengah.

Tabel 8 Summary Table InaSAFE Bangunan Terpapar Banjir

TIBE KETERPAPARAN	TERDAMPAK	TIDAK TERDAMPAK	JUMLAH
Pendidikan	2.232	2.469	4.701
Rekreasi	4	-	4
Tempat Ibadah	1.830	2.145	3.975
Pemukiman	236	333	569
Transportasi	96	-	96
Kesehatan	374	248	622
Fasilitas Umum	15	13	28
Bangunan Komersil	384	209	593
Lain-lain	237.943	248.138	486.081
Jumlah	243.114	253.555	496.669

IV.3.3 Jalan Terpapar Rawan Banjir



Gambar 10 Jalan Terpapar Rawan Banjir

Jalan utama Kota Semarang yang terpapar rawan banjir sebanyak 26 jalan dan 44 jalan regional. Jalan Kaligawe merupakan salah satu jalan utama yang berada dalam daerah rawan banjir. Banjir yang terjadi pada Jalan Kaligawe dapat menyendat lalu lintas utama karena jalan tersebut merupakan jalur utama pantai utara (pantura). Selain Jalan Kaligawe terdapat Jalan Arteri Soekarno-Hatta dan Jalan Mangkang Wetan yang merupakan jalur utama pantura yang berada dalam daerah rawan banjir kota. Jalan Simpang Lima yang berada pada pusat Kota Semarang berada pada daerah rawan banjir. Kawasan Simpang Lima juga merupakan kawasan perdagangan serta daya tarik wisata sehingga banyak dilalui dan biasanya dipadati kendaraan. Pada Desember 2018 Jalan Simpang Lima terendam banjir setinggi 1 meter. Jalan Pahlawan terindikasi berada dalam daerah rawan banjir. Banjir di Jalan Pahlawan dapat berdampak buruk bagi pemerintahan serta beberapa perkantoran mengingat terdapat sejumlah kantor pemerintahan seperti Kantor

Gubernur Jawa Tengah, Kantor DPRD Jawa Tengah dan Polrestabas Jawa Tengah. Stasiun Tawang, Stasiun Poncol dan Stasiun Alastua terpapar ancaman banjir. Pada Desember 2017 jalur kereta api Tawang menuju Alastua tidak bisa dilalui karena terendam banjir dan mengakibatkan perjalanan 3 Kereta Api ke Semarang terhambat.

Tabel 9 Summary Table InaSAFE Jalan Terpapar Banjir

TIBE KETERPAPARAN	TERDAMPAK (km)	TIDAK TERDAMPAK (km)	JUMLAH (km)
Jalan Lokal	35007,5	194,518	35202,018
Jalan Motor	17983	109,918	18092,918
Jalan Setapak	6347	58,054	6405,054
Jalan Regional	13878	53,131	13931,131
Jalan Utama	13963	52,112	14015,112
Lain-lain	410295,75	2333,925	412629,675

V. Penutup

V.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal untuk menjawab rumusan masalah. Berikut adalah hal-hal yang dapat disimpulkan dalam penelitian ini.

Berdasarkan penelitian di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pemetaan rawan banjir Kota Semarang diperoleh persebaran daerah rawan banjir sebagai berikut:
 - a. Model rawan banjir Kota Semarang menggunakan metode atlas BMKG menghasilkan tingkat rawan banjir rendah sebesar 32,08% atau seluas 12541,1 Ha yang tersebar di 11 kecamatan di Kota Semarang. Tingkat rawan banjir menengah sebesar 41,88% atau seluas 16368,7 Ha yang tersebar di 16 kecamatan di Kota Semarang. Tingkat rawan banjir tinggi sebesar 26,03% atau seluas 10176,1 Ha yang tersebar di 15 kecamatan di Kota Semarang.
 - b. Model rawan banjir Kota Semarang menggunakan metode SNI 8197 tahun 2015 menghasilkan tingkat rawan banjir rendah sebesar 34,50% atau seluas 13485,5 Ha yang tersebar di 12 kecamatan di Kota Semarang. Tingkat rawan banjir menengah sebesar 25,85% atau seluas 10103,5 Ha yang tersebar di 15 kecamatan di Kota Semarang. Tingkat rawan banjir tinggi sebesar 39,65% atau seluas 15496,9 Ha yang tersebar di 16 kecamatan di Kota Semarang.
2. Kesesuaian model rawan banjir Kota Semarang menunjukkan angka 97,84% untuk model rawan banjir atlas BMKG dan 76,29% untuk model rawan banjir metode SNI 8197 tahun 2015.
3. Jumlah bangunan yang terpapar rawan banjir sebanyak 243.114 bangunan, pendidikan sebanyak

2.232, rekreasi sebanyak 4, tempat ibadah sebanyak 1.830, perumahan sebanyak 236, transportasi sebanyak 96, kesehatan sebanyak 374, fasilitas umum sebanyak 15, bangunan komersil sebanyak 384 dan lainnya atau yang belum terkelaskan sebanyak 237.943. Jalan utama Kota Semarang yang terpapar rawan banjir sebanyak 26 ruas jalan dan jenis jalan regional sebanyak 44 ruas jalan.

V.2 Saran

Dalam penelitian ini ditemukan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya. Adapun saran yang dapat disampaikan sebagai berikut.

1. Penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pemetaan rawan banjir dengan metode lainnya agar diketahui metode mana yang paling cocok untuk Kota Semarang.
2. Menggunakan data yang paling terbaru dan sesuai dengan parameter setiap bencana yang diperlukan, sehingga diperoleh hasil yang maksimal.
3. Sebelum melakukan pengolahan, ada baiknya setiap data parameter dicek terlebih dahulu, sehingga kesalahan dalam pengolahan parameter dapat diminimalisir dan juga untuk mengontrol data yang dipakai, karena akan mempengaruhi hasil pengolahan dalam penelitian.
4. Dapat dilakukan penelitian lanjutan mengenai manajemen bencana banjir maupun bencana lainnya menggunakan *plugin* InaSAFE.
5. Verifikasi data bangunan OSM harus dilakukan secara menyeluruh agar dapat menambahkan kekurangan hasil digitasi maupun data yang belum terkelaskan.

Daftar Pustaka

- BMKG. 2012. Atlas Rawan Banjir Kota Semarang. Semarang: BMKG.
- BNPB. 2012. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Jakarta: BNPB.
- Carter, W. Nick. 1991. *Disaster Management: A Disaster Manager's Handbook*. Manila: ADB
- Dibyosaputro, Suprpto. 1984. *Flood Susceptibility and Hazard Survey Of The Kudus-Prawata-Welahan area, Central Java, Indonesia*. Thesis. Enschede: ITC.
- Ekadinata, dkk. 2008. Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh Menggunakan ILWIS Open Source
- Hengl, T. 2006. *Finding the right pixel size*. Computers & Geosciences, 32(9): 1283-1298.
- Kodoatie Robert J. dan Sugiyanto. 2007. Banjir: Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan. Yogyakarta: UGM Press.
- Mahardy, Andi Ikmal, dkk. 2014. Analisis Dan Pemetaan Daerah Rawan Banjir Di Kota

- Makassar Berbasis Spatial. Skripsi. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Mareta, Nandian. 2014. Pengetahuan Dan Manajemen Bencana. 10.13140/RG.2.2.28196.94089.
- Mahmudi, dkk. 2015. Analisis Ketelitian Dem Aster GDEM, SRTM, dan Lidar Untuk Identifikasi Area Pertanian Tebu Berdasarkan Parameter Kelerengan. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Munawar, 2008. Penggunaan Citra Satelit Quickbird Untuk Pengembangan Metode Penentuan Risiko Banjir Di Daerah Perkotaan. Thesis. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.
- Pratiwi, Rosika Dyah, dkk. 2016. Pemetaan Multi Bencana Kota Semarang. Skripsi. Semarang: Universitas Diponegoro
- SNI. 2015. Metode Pemetaan Rawan Banjir Skala 1:50.000 dan 1:25.000. Badan Stansarisasi Nasional.
- Quinn, Sterling dan John A. Dutton. 2018. *OSM and Its Uses ad Opendata*. e-Education Institute. College of Earth and Mineral Sciences. The Pennsylvania State University