

# Peningkatan Akurasi dan Presisi Analisa Spasial Pemodelan Banjir Kota Semarang Menggunakan Kombinasi Sistem Informasi Geografis Dan Metode Logika Fuzzy

Arief Laila Nugraha \*

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

## Abstrak

Salah satu upaya mencegah dan mengurangi dampak dari bencana banjir adalah dengan menyediakan informasi daerah rawan banjir yang dikemas dalam bentuk peta digital. Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan metode yang tepat untuk memetakan daerah rawan banjir untuk cakupan daerah yang luas dengan waktu yang relatif singkat, tetapi akurasi dan presisi dari analisa spasialnya masih rendah. Artikel ini menyajikan hasil penelitian yang memadukan teknologi SIG dan metode matematis logika Fuzzy untuk menghasilkan analisa spasial dengan akurasi dan presisi yang tinggi pada pemodelan ancaman bencana banjir di Kota Semarang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemodelan banjir menggunakan SIG dan metode logika Fuzzy memberikan hasil 54,84% lebih valid daripada metode katalog bencana dari 31 titik validasi lapangan dengan sebaran ancaman banjir di kelas tinggi didominasi pada kecamatan Genuk.

**Kata kunci:** Ancaman Banjir; SIG; Fuzzy Logic; Kota Semarang

## Abstract

[Title: Improved Accuracy and Precision of Spatial Analysis of Flood Modeling in Semarang City Using Combination of Geographic Information System and Fuzzy Logic Method] One of the efforts to prevent and reduce the impact of the flood disaster is by providing a digital map of the flood-prone areas, which can be used for planning control or early countermeasures. Geographic Information System (GIS) is an appropriate method in mapping flood-prone areas for large area coverage with a relatively short time, but the accuracy and precision is still low. This article presents research in combining GIS with Fuzzy Logic method to improve the accuracy and precision of spatial analysis of flood modelling in Semarang City. Results show that the combination of GIS and Fuzzy Logic method gives 54,84% more valid result than disaster catalog method from 31 field validation points with spread of flood threat in high class dominated in Genuk subdistrict.

**Keywords:** Flood Hazard; GIS; Fuzzy Logic; Semarang City

## 1. Pendahuluan

Bencana alam adalah salah satu fenomena yang dapat terjadi setiap saat, dimanapun dan kapanpun. Bencana alam menimbulkan risiko atau bahaya terhadap kehidupan manusia, baik kerugian harta benda maupun korban jiwa manusia (Nugroho, Sukojo, & Sari., 2009). Bencana banjir merupakan salah satu bencana alam yang dapat menimbulkan korban jiwa dan kerugian material yang sangat besar, seperti terjadinya pendangkalan,

terganggunya jalur lalu lintas, rusaknya lahan pertanian, permukiman, jembatan, saluran irigasi dan prasarana fisik lainnya. Banjir pada dasarnya 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 sehingga sistem pengaliran air yang terdiri dari sungai dan anak sungai alamiah serta sistem drainase dangkal penampung banjir buatan yang ada tidak mampu menampung akumulasi air hujan tersebut sehingga meluap (Badan Nasional Penanggulangan

\*) Penulis Korespondensi.

E-mail: arief\_ln@yahoo.com

Bencana, 2013).

Bencana banjir sering terjadi di kota Semarang. Karakteristik Kota Semarang secara geografis terletak berbatasan dengan laut Jawa di bagian utara. Kondisi topografis wilayahnya terdiri dari daerah perbukitan, dataran rendah dan daerah pantai serta menunjukkan adanya berbagai kemiringan dan tonjolan yang menyebabkan wilayah Kota Semarang mempunyai potensi rawan terhadap ancaman bencana alam. Data laporan kebencanaan yang tercantum dalam situs resmi Badan Nasional Penanggulangan Bencana Republik Indonesia, menunjukkan bahwa terdapat 117 kejadian bencana yang terdiri dari bencana banjir, rob, tanah longsor, kekeringan, puting beliung, perubahan iklim dan gelombang pasang/abrasi pada rentang tahun 1990–2015 (Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Semarang, 2015). Genangan akibat banjir pada tahun 2016 misalnya, lebih luas bila dibandingkan dengan tahun sebelum-sebelumnya, yakni mencakup 11 kecamatan dan 38 kelurahan (Tribun Jateng, 2016). Bencana utama yang dihadapi kota Semarang adalah banjir dengan genangan yang cukup lama (Wahyuningtyas dkk., 2017).

Salah satu upaya mencegah dan mengurangi dampak dari bencana banjir yaitu dengan tersedianya informasi daerah rawan banjir yang dikemas dalam bentuk peta digital. Peta digital ini dapat digunakan untuk perencanaan pengendalian atau penanggulangan dini (Wibowo, Setyohadi, & Rahmad, 2016). Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan metode yang tepat dalam pemetaan daerah rawan banjir untuk cakupan daerah yang luas dengan waktu yang relatif singkat (Prahasta, 2001).

Hal ini dilakukan sebagai upaya menganalisa risiko dan pemetaan daerah banjir melalui diseminasi informasi banjir sehingga pemetaan yang dihasilkan akan mempercepat proses penyampaian informasi kepada masyarakat dan instansi terkait serta dapat meningkatkan kesiap-siagaan dalam mengambil tindakan untuk mengurangi risiko bencana (Laksono, 2012).

Pada aspek inilah SIG mempunyai peranan yang cukup strategis, karena SIG mampu menyajikan aspek spasial (keruangan) yang dapat dikaji sebagai untuk menganalisa daerah yang terancam banjir. Penggunaan SIG dalam pemodelan banjir telah dilakukan dalam beberapa kajian, diantaranya oleh Nurhendro dan Marfai (2016), Saputro dan Putranto (2013), serta Hidayat dan Rudianto (2013).

Pemanfaatan SIG sendiri sebenarnya bisa dipadukan dengan metode matematis yang tepat. Kombinasi metode ini dapat menghasilkan analisa spasial yang mempunyai presisi dan akurasi yang baik. Analisa spasial dapat dilakukan pendekatan dengan metode pembobotan dan klasifikasi terhadap kriteria-kriteria yang dibutuhkan. Berbagai macam metode untuk

mendapatkan nilai pembobotan dan klasifikasi salah satunya dengan melakukan metode pengambilan keputusan menggunakan metode *Fuzzy Logic* (Kusumadewi & Purnomo, 2004). Metode Fuzzy dapat digunakan untuk pemodelan perkiraan banjir berdasarkan curah hujan dan limpasan (Nayak, Sudheer, & Ramasastri, 2005). Dengan penggunaan metode *Fuzzy Logic* dapat memperkuat hipotesis yang akan dicapai dalam melakukan pemetaan penentuan ancaman bencana di suatu wilayah (Arifin, Muslim & Sugiman, 2015). Pemanfaatan metode *Fuzzy Logic* dan SIG juga mampu memberikan pemodelan dan analisa dalam melakukan penilaian ancaman bencana di suatu wilayah untuk perencanaan mitigasi yang baik (Nugraha, Santosa & Aditya, 2015).

Belum tersedianya peta ancaman banjir di Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Semarang yang akurat dan *ter-update*, maka memerlukan kajian dalam membentuk pemetaan ancaman banjir. Dengan adanya peta ancaman banjir tersebut maka kebijakan dalam antisipasi dan mitigasi bencana dapat direncanakan dengan baik dan terstruktur. Namun dalam melakukan pemetaan ancaman banjir diperlukan kajian yang tepat sehingga didapat peta ancaman banjir Kota Semarang yang sesuai dengan kondisi kenyataan yang ada di lapangan berdasarkan dengan data-data terbaru yang tersedia. Berbagai metode penentuan daerah rawan banjir telah dilakukan oleh para peneliti, namun dengan karakteristik daerah yang berbeda-beda maka akan berdampak pada klasifikasi zona rawan bencana tersebut. Hal inilah yang menjadi landasan dalam melakukan penelitian ini untuk menemukan metode yang tepat dalam pemodelan banjir Kota Semarang. Penilaian ketepatan metode dilakukan dengan membandingkan penggunaan metode *Fuzzy Logic* dengan metode katalog bencana yang kemudian hasil dari kedua pemodelan tersebut divalidasi dengan titik-titik kejadian banjir di lapangan sehingga akan diketahuinya besaran nilai validitas tersebut untuk disimpulkan penggunaan metode yang tepat dalam pemodelan ancaman banjir Kota Semarang.

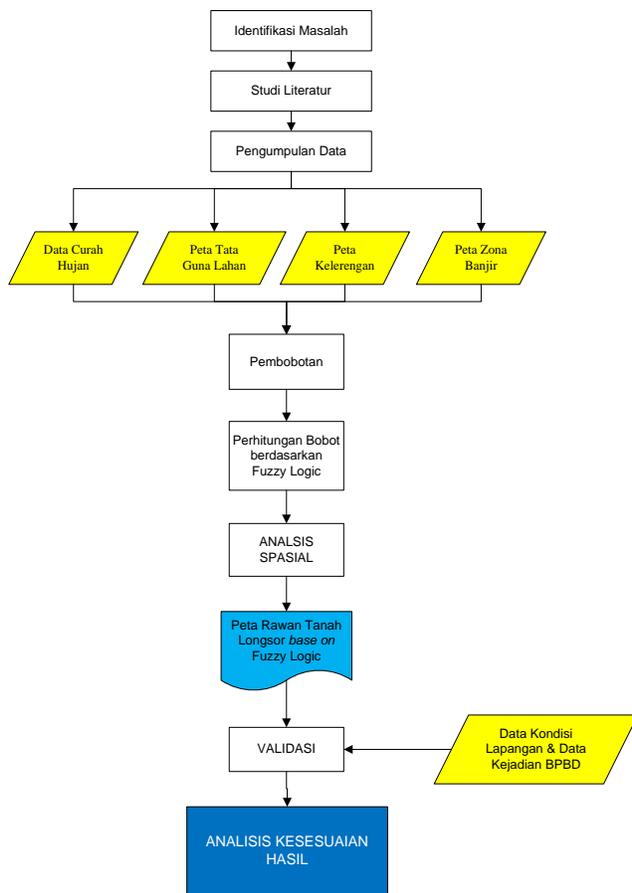
## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini yaitu: peta penggunaan lahan kota Semarang dari Bappeda Kota Semarang tahun 2015, data curah hujan bulanan dari BMKG Kota Semarang tahun 2016, peta ketinggian rupa bumi Indonesia dari Badan Informasi Geospasial (BIG) tahun 2015, zonasi daerah banjir dari Bappeda kota Semarang tahun 2015, serta survey lapangan terhadap daerah terkena banjir di kota Semarang tahun 2017.

2.2. Metode

Tahapan penelitian dapat dilihat dari diagram alir penelitian (Gambar 1). Diawali dengan perumusan masalah mengenai penentuan daerah ancaman banjir di Kota Semarang, kemudian dilakukan studi literatur dan pustaka mengenai teoritis permasalahan tersebut. Selanjutnya dilakukan pencarian data-data dalam penentuan kriteria tanah longsor dari berbagai sumber. Data terpenting dari validasi kejadian banjir adalah dilakukan pengambilan sampel data di lapangan secara acak terpola dari informasi kejadian banjir baik dari narasumber maupun studi pustaka terhadap daerah-daerah yang terdampak banjir di Kota Semarang, dan data-data kejadian banjir yang terhimpun oleh BPBD setempat.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Selanjutnya dilakukan proses penilaian bobot dari tiap-tiap kriteria yang dilakukan dengan berdasarkan metode Pembobotan sesuai dengan Katalog Methodologi Penyusunan Peta Geo Hazard Dengan GIS (Darmawan & Theml, 2008). Kemudian dalam penentuan klasifikasi zonasi banjir dilakukan dengan menggunakan metode *Fuzzy Logic*. Salah satu alasan dalam penggunaan metode

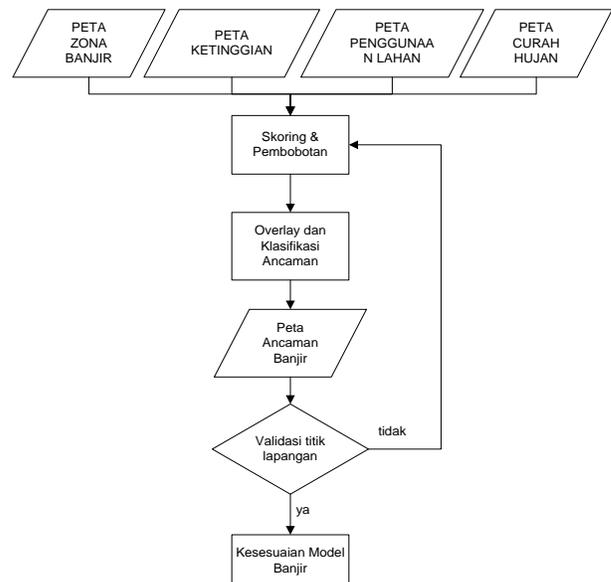
*fuzzy logic* pada klasifikasi banjir Kota Semarang adalah bahwa data yang digunakan memiliki tingkat akurasi dan presisi yang tidak cukup signifikan sehingga perlunya model *fuzzy logic* untuk memberi ruang dan mengeksplorasi toleransi terhadap ketidakpresisian data dan nilai daerah klasifikasi.

Hasil dari pembobotan tersebut kemudian dilakukan analisa spasial berbasis SIG sehingga didapatkan peta rawan bencana banjir Kota Semarang. Analisa kesesuaian hasil dilakukan dengan membandingkan persentase kesesuaian data dari data validasi sehingga ditemukan kevalidan dan akurasi metode *Fuzzy Logic* dalam melakukan penyusunan peta ancaman banjir Kota Semarang.

Akhir dari tahapan penelitian ini adalah terbangunnya peta ancaman banjir Kota Semarang dengan metode yang tepat sesuai dengan kriteria dan kondisi yang ada di Kota Semarang berbasis informasi geospasial sebagai bahan pertimbangan dalam antisipasi dan mitigasi bencana oleh pemangku kebijakan di Kota Semarang, khususnya BPBD Kota Semarang.

2.2.1. Pemetaan Ancaman Banjir

Pembuatan peta ancaman bencana banjir yang harus terlebih dahulu dilakukan adalah menyusun dan merangkai berbagai macam jenis data yang satuannya dan fungsinya belum teratur menjadi data yang sistematis dan terperinci sesuai dengan fungsi, klasifikasi dan penggunaannya, sehingga data tersebut mudah untuk dianalisa lebih lanjut. Setelah itu dilakukan editing atribut sesuai skor dan bobot pada masing-masing peta. Gambar 2 menunjukkan diagram alir pembuatan peta ancaman bencana banjir.



Gambar 2. Diagram alir pemetaan ancaman banjir

Penentuan tingkat ancaman bencana banjir dilakukan dengan menggabungkan dan pembobotan parameter ketinggian, penggunaan lahan, curah hujan dan zona banjir. Metode yang digunakan adalah tumpang susun atau yang disebut *overlay* dari setiap parameter. Oleh karena itu diperlukan bobot dan skor dari hasil kali harkat dan bobot setiap parameternya untuk didapatkan klasifikasi tingkat kerawanan.

Faktor – faktor terjadinya banjir adalah zona banjir umum, rata-rata curah hujan, ketinggian, dan penggunaan lahan (Darmawan & Theml, 2008). Pembobotan masing-masing parameter yang digunakan untuk penyusunan peta ancaman banjir dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Klasifikasi skor dan pembobotan parameter banjir

No	Parameter	Bobot
1.	Zona Banjir Umum	0,25
2.	Rata – Rata Curah Hujan	0,25
3.	Ketinggian	0,25
4.	Penggunaan Lahan	0,25

Sumber : Darmawan dan Theml, 2008

Rincian pembobotan setiap parameter sebagai berikut:

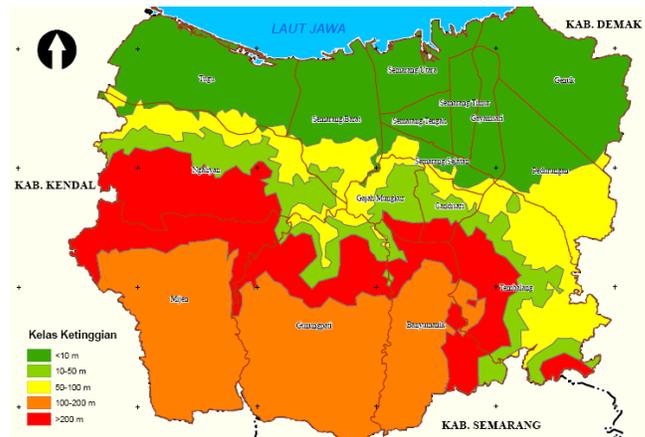
1. Ketinggian

Klasifikasi ketinggian dalam kaitannya dengan ancaman banjir dibedakan menjadi lima kelompok yaitu wilayah dengan ketinggian < 10 m, 10 m - 50m, 50 m – 100 m, 100 m – 200 m dan > 200 m. Klasifikasi ketinggian mengacu pada buku Katalog Metodologi Penyusunan Peta Geo Hazard dengan GIS dapat dilihat pada Tabel 2. Semakin tinggi dataran dari permukaan laut maka semakin kecil kemungkinan terjadi banjir karena aliran air cenderung akan mengalir ke daratan maupun wilayah yang lebih rendah, maka kawasan dataran yang relatif rendah besar kemungkinan tergenang air. Visualisasi peta parameter ketinggian dapat dilihat pada Gambar 3.

**Tabel 2.** Klasifikasi skor dan pembobotan parameter ketinggian

No	Ketinggian (m)	Nilai	Bobot	Skor
1.	<10	5	0,25	1,25
2.	10-50	4	0,25	1,00
3.	50-100	3	0,25	0,75
4.	100-200	2	0,25	0,50
5.	>200	1	0,25	0,25

Sumber: Darmawan & Theml (2008)



**Gambar 3.** Peta parameter ketinggian

2. Rata – Rata Curah Hujan Bulanan

Peta curah hujan didapat dari data rata – rata curah hujan bulanan selama satu tahun pada tahun 2015 yang diamati dari sebelas stasiun pengamatan curah hujan. Stasiun pengamatan tersebut berada di Bandara A. Yani, Tanjung Mas, Tlogosari, Staklim Semarang, Beringin, Ngaliyan, Candi, Klipang, Gunung Pati, Boja-Mijen dan Meteseh. Klasifikasi kelas curah hujan dilakukan berdasarkan buku Katalog Metodologi Penyusunan Peta Geo Hazard dengan GIS. Adapun klasifikasi pembobotan curah hujan dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Klasifikasi skor dan pembobotan parameter curah hujan

Curah Hujan (mm/bulan)	Skor	Bobot	Bobot Akhir
>500	5	0,25	1,25
400-500	4	0,25	1,00
300-400	3	0,25	0,75
200-300	2	0,25	0,50
100-200	1	0,25	0,25

Sumber: Darmawan & Theml (2008)

Curah hujan tinggi dapat mengakibatkan banjir di sungai dan bila melebihi tebing sungai maka akan timbul banjir atau genangan, semakin besar curah hujan maka kemungkinan terjadinya banjir semakin besar. Pembuatan peta curah hujan ini diawali dengan memasukkan data koordinat stasiun pengamatan curah hujan di kota Semarang, kemudian dilakukan interpolasi menggunakan metode Thiessen. Visualisasi peta parameter curah hujan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta parameter curah hujan

3. Penggunaan Lahan

Klasifikasi jenis penggunaan lahan dalam kaitannya dengan ancaman banjir dibedakan menjadi sebelas kelompok, yaitu sawah, sawah tadah hujan, pemukiman, tanah lading, kebun, air tawar, hutan, gedung dan rumput. Klasifikasi ini sesuai dengan buku Katalog Metodologi Penyusunan Peta *Geo Hazard* dengan GIS. Klasifikasi pembobotan penggunaan lahan dapat dilihat pada Tabel 4. Wilayah dengan kerapatan vegetasi rendah dan kawasan tanah yang tertutup material bangunan maupun aspal kurang dapat meresap air sehingga kawasan tersebut memiliki peluang yang besar untuk tergenang air. Visualisasi peta parameter penggunaan lahan dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 4. Klasifikasi skor dan pembobotan parameter penggunaan lahan

Penggunaan Lahan	Skor	Bobot	Bobot Akhir
Pemukiman	5	0,25	1,25
Gedung	5	0,25	1,25
Sawah	4	0,25	1
Sawah Tadah Hujan	4	0,25	1
Kebun	3	0,25	0,75
Tanah Ladang	2	0,25	0,50
Tanah Berbatu	1	0,25	0,25
Hutan	1	0,25	0,25
Rumput	1	0,25	0,25
Belukar	1	0,25	0,25
Air Tawar	0	0,25	0

Sumber: Darmawan & Theml (2008)

4. Zona Banjir

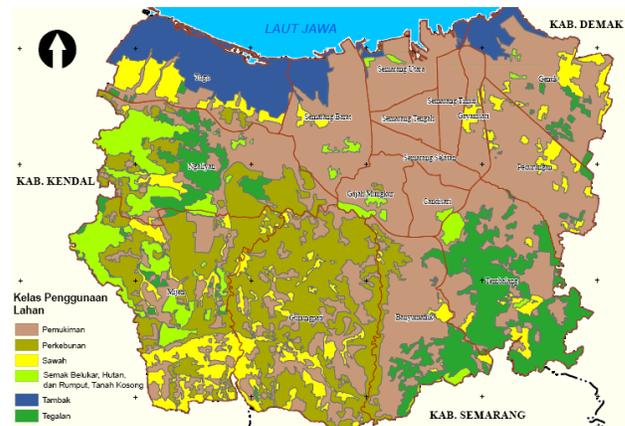
Zona banjir didapat dari data RTRW Bappeda kota Semarang. Klasifikasi kelas zona banjir menurut Perka BNPB dan menurut buku Katalog Metodologi

Penyusunan Peta *Geo Hazard* dengan GIS. Adapun klasifikasi pembobotan zonasi banjir dapat dilihat pada Tabel 5. Visualisasi peta parameter zona banjir dapat dilihat pada Gambar 6.

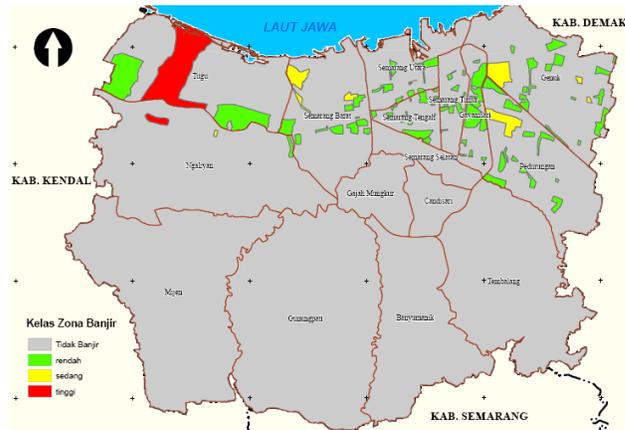
Tabel 5. Klasifikasi Skor dan Pembobotan Parameter Zona Banjir

Kedalaman (m)	Skor	Bobot	Bobot Akhir
<0,76	1	0,25	0,25
0,76-1,5	2	0,25	0,50
>1,5	3	0,25	0,75

Sumber: Darmawan & Theml (2008)



Gambar 5. Peta parameter penggunaan lahan



Gambar 6. Peta parameter zona banjir

Untuk seluruh peta yang digunakan sebagai parameter penentuan ancaman banjir sebelumnya dilakukan pengaturan sistem koordinat terlebih dahulu. Datum WGS 1984 dengan sistem koordinat Universal Transverse Mercator (UTM) zona 49S. Setiap peta dilakukan overlay dan akumulasi bobot semua parameter. Proses penggabungan (*overlay*) dilakukan dengan

menggunakan *Tools Geoprocessing* lalu memilih Union. Setelah dilakukan proses penggabungan (*overlay*) kemudian dilakukan proses klasifikasi, yaitu dengan menjumlahkan bobot akhir dari setiap parameter. Kemudian dari nilai bobot akhir tersebut dapat dibedakan kelas ancaman banjir antara yang satu dengan yang lain. Menurut buku Katalog Metodologi Penyusunan Peta *Geo Hazard* dengan GIS, nilai interval setiap kelas banjir sesuai dengan Tabel 6.

**Tabel 6.** Klasifikasi dan kelas ancaman banjir

No	Interval bobot akhir	Kelas Banjir
1.	<1,75	Rendah
2.	1,75-2,75	Sedang
3.	>2,75	Tinggi

Sumber : Darmawan & Theml (2008)

**2.2.2. Klasifikasi Banjir dengan Fuzzy logic**

Dalam pengolahan *fuzzy* menggunakan *fuzzy logic toolbox* dengan kategori GUI (*Graphical User Interface*). *Fuzzy logic toolbox* menyediakan 5 jenis GUI untuk keperluan rancang bangun FIS yaitu *FIS editor*, *membership function editor*, *rule editor*, *rule viewer*, dan *surface viewer*. Jenis diatas merupakan istilah *toolbox* yang dipakai dalam pengolahan *fuzzy*. Pengolahan *fuzzy* menggunakan tipe Mamdani, dengan aturan:

1. Kasus

Kasus pada penelitian ini dibagi empat parameter yaitu ketinggian, curah hujan, penggunaan lahan dan zona banjir. Untuk memasukkan ke bilangan *fuzzy set* perlu adanya batasan skor tiap kelas. Pada batasan skor sudah dikalikan dengan bobot.

2. Fuzzifikasi input

Pada tahap ini ditentukan derajat keanggotaan semua *fuzzy set* menggunakan fungsi keanggotaan masing-masing parameter *fuzzy set*. Fungsi keanggotaan menggunakan representasi Gauss.

3. Operasi *fuzzy logic*

Hasil akhir dari operasi ini adalah derajat kebenaran *antecedent* yang berupa bilangan tunggal. Bilangan ini nantinya diteruskan ke bagian *consequent*. Operasi *fuzzy* untuk melakukan operasi AND atau OR dalam *if then rules*.

4. Implikasi

Implikasi merupakan proses mendapatkan *consequent*/keluaran sebuah *if then rule* berdasarkan derajat kebenaran *antecedent*. Implikasi dilakukan pada tiap *rule*. Proses implikasi pada penelitian ini menggunakan fungsi min. Fungsi min memilih yang terkecil antara semua *input* yang dimasukkan.

5. Agregasi

Agregasi yaitu proses mengombinasikan keluaran semua *if then rule* menjadi sebuah *fuzzy set* tunggal. Fungsi yang digunakan adalah *max*, yang artinya hasil gabungan dari implikasi.

6. Defuzzifikasi

Masukan defuzzifikasi adalah sebuah *fuzzy set* (*fuzzy set* hasil agregasi) dan keluarannya adalah sebuah bilangan tunggal untuk diisikan ke sebuah variabel keluaran FIS. Jenis bilangan tunggal yang dipakai adalah *centroid*. Maksud dari *centroid* adalah hasil defuzzifikasi yang didapat merupakan nilai tengah dari hasil agregasi. Dari hasil defuzzifikasi kemudian di klasifikasi dalam nilai tingkat ancaman banjir di Kota Semarang

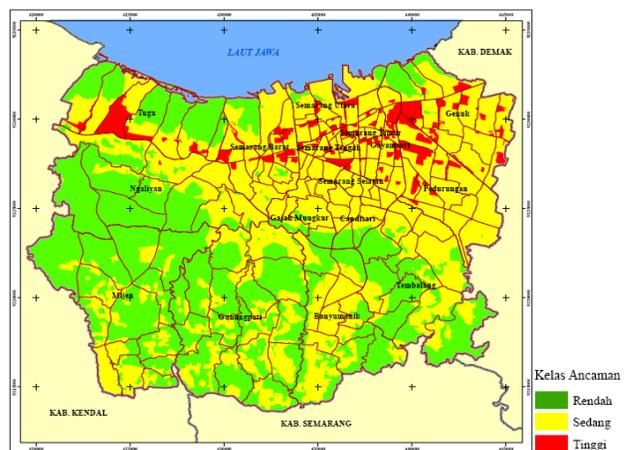
**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1. Hasil dan Pembahasan Ancaman Banjir dengan Fuzzy Logic dan SIG**

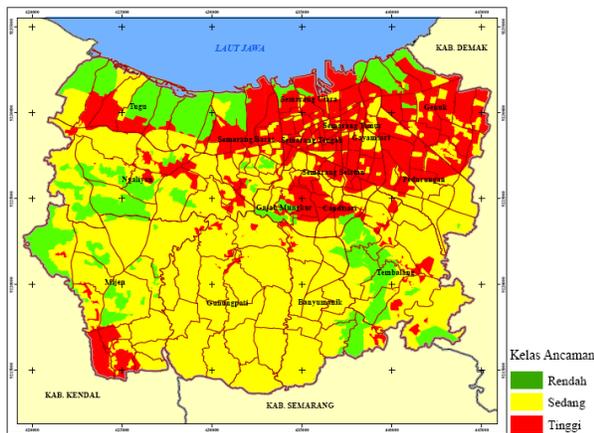
Dari proses pengolahan tiap parameter ancaman banjir dilakukan penilaian dengan nilai akhir klasifikasi dengan metode *Fuzzy*. Nilai skor dan bobot tiap parameter mengacu pada Katalog Metodologi Penyusunan Peta *Geo Hazard* dengan GIS yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Kemudian, tiap nilai skor dan bobot tiap parameter tersebut dijadikan masukan dalam proses *fuzzy* sehingga diperoleh nilai skor sesuai dengan agregasi *fuzzy*.

Hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode penilaian skor dan bobot berdasarkan Katalog Metodologi Penyusunan Peta *Geo Hazard* dengan GIS berbeda dengan metode *Fuzzy logic*. Perbedaannya yang cukup signifikan dari hasil tersebut dapat dilihat dalam Gambar 7.

Hasil pemetaan tersebut dapat diketahui perbedaannya tiap kelasnya yang disajikan dalam Tabel 7 dan dapat disimpulkan dalam bentuk diagram seperti pada Gambar 4.



(a) Menggunakan metode katalog bencana



(b) Menggunakan metode *fuzzy logic*  
**Gambar 7.** Hasil peta ancaman banjir Kota Semarang

**Tabel 7.** Rekapitulasi luas ancaman banjir Kota Semarang dengan dua metode

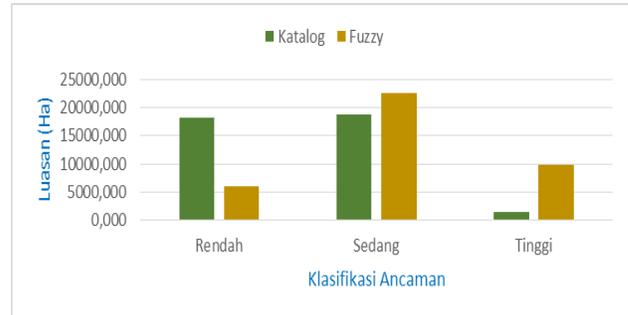
Klasifikasi	Luas Ancaman (Ha)			
	Katalog	%	Fuzzy Logic	%
Rendah	18192,472	47,27	5955,646	15,48
Sedang	18883,536	49,07	22710,719	59,01
Tinggi	1407,828	3,66	9817,471	25,51
	38483,836	100	38483,836	100

Dari Tabel 7 dan Gambar 8 yang dihasilkan, dapat dianalisa bahwa penggunaan dua metode dalam pemetaan ancaman banjir kota Semarang menghasilkan perbedaan luasan klasifikasi ancaman yang cukup signifikan. Hal tersebut dapat dilihat kecenderungan perbedaan ada pada kelas rendah dan tinggi. Dalam dua kelas tersebut terjadi perbedaan yang cukup mencolok dimana hasil menggunakan metode katalog bencana diperoleh kelas rendah dengan luasan 47,27 % dari luasan kota Semarang, sedangkan pada metode fuzzy logic hanya menghasilkan luasan sebesar 15,48 % dari luasan kota Semarang. Di kelas Tinggi juga memiliki perbedaan yaitu 3,66 % untuk penggunaan metode katalog bencana dan 25,51 % untuk metode *fuzzy logic*.

### 3.2. Hasil dan Pembahasan Validasi Ancaman Banjir

Untuk mengetahui tingkat kevalidan pemodelan ancaman banjir dari kedua metode skor dan pembobotan yaitu berdasarkan katalog bencana dan *Fuzzy logic* dilakukan dengan uji validitas model. Dalam penelitian ini, pelaksanaan uji validitas model dilakukan dengan membandingkan hasil kedua metode yang dilakukan dengan titik-titik validasi hasil dari investigasi lapangan. Titik-titik validasi lapangan merupakan titik-titik koordinat (lokasi) terjadinya banjir eksisting yang secara rutin terjadi di kota Semarang yang dihasilkan melalui

survey langsung dilapangan dengan sebelumnya menggali informasi dari narasumber (aparatus desa/kelurahan) dan studi pustaka mengenai titik kejadian banjir.



**Gambar 8.** Diagram perbandingan klasifikasi ancaman banjir Kota Semarang dengan dua metode

Dengan asumsi bahwa hasil pemodelan dengan kelas tinggi merupakan ancaman banjir kota Semarang yang kemungkinan besar bisa terjadi maka ancaman kelas tinggi yang dibandingkan dengan titik-titik validasi dan kemudian diperoleh persentase kevalidan kedua model ancaman banjir kota Semarang. Hasil yang didapat dari uji validitas sesuai tertuang dalam Tabel 8.

Hasil dari Tabel 8 dapat dianalisa bahwa penggunaan model *fuzzy logic* memperoleh hasil validasi sebesar 54,84 % dimana terdapat 17 titik validitas masuk dalam daerah ancaman kelas tinggi. Sedangkan untuk pemodelan menggunakan katalog bencana hanya memberikan nilai validasi sebesar 29,03% yang mana terdapat 9 titik validitas masuk dalam daerah ancaman tinggi. Dari uji tersebut dapat disimpulkan pemodelan *fuzzy logic* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan pemodelan menggunakan katalog bencana. Gambar 9 menggambarkan sebaran titik validasi dari tiap model ancaman banjir.

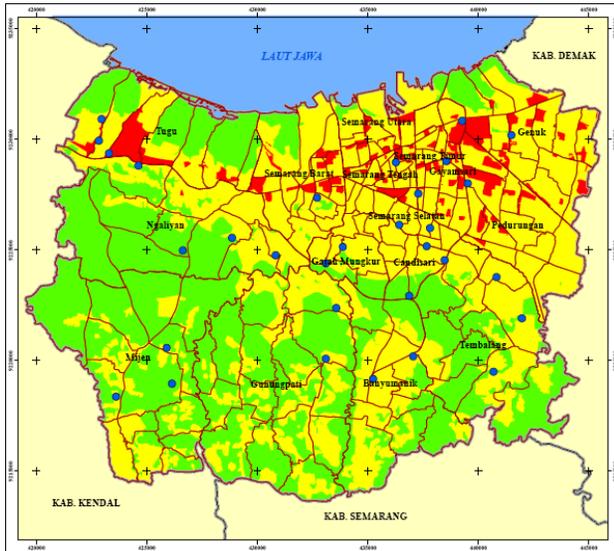
**Tabel 8.** Rekapitulasi validasi ancaman banjir Kota Semarang dengan dua metode

Model Ancaman	Jumlah titik Validitas	Titik Validitas yang Sesuai
Berdasarkan Katalog Bencana	31	9
%		29,03
Berdasarkan <i>Fuzzy Logic</i>	31	17
%		54,84

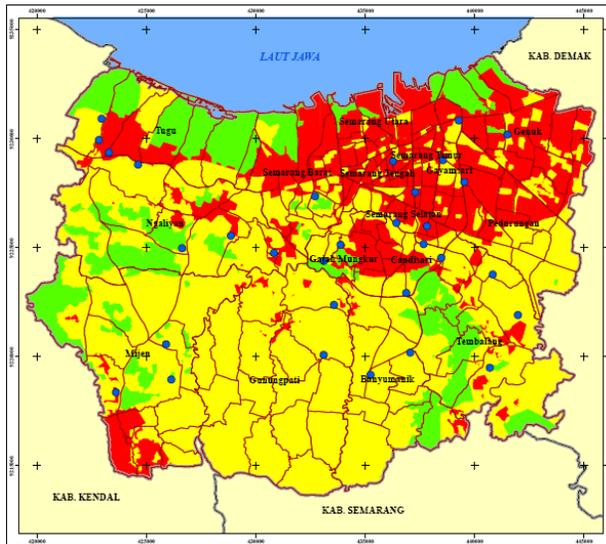
### 3.3. Hasil dan Pembahasan

Dengan diketahuinya pemodelan ancaman banjir kota Semarang yaitu menggunakan metode *fuzzy logic* maka sebaran wilayah yang terancam oleh bencana banjir dapat dilihat pada Tabel 9. Dari hasil pemodelan ancaman banjir menggunakan *fuzzy logic* dapat dianalisa bahwa

wilayah yang terdampak paling tinggi yaitu pada kecamatan Genuk dengan luasan 1.913,254 hektar wilayah yang terdampak. Kemudian untuk wilayah yang berpeluang terancam banjir pada kelas sedang didominasi kecamatan Gunungpati dengan luasan 6.049,977 hektar. Dan wilayah yang tak terdampak banjir atau pada kelas rendah didominasi oleh tiga kecamatan yaitu Tugu, Mijen, dan Tembalang.



(a) Sebaran titik validasi pada peta ancaman banjir Kota Semarang dengan katalog bencana



(b) Sebaran titik validasi pada peta ancaman banjir Kota Semarang Fuzzy Logic

**Gambar 9.** Peta Perbandingan Sebaran Titik validasi Ancaman Banjir Kota Semarang dengan dua metode

**Tabel 9.** Rekapitulasi sebaran wilayah ancaman banjir Kota Semarang

Kecamatan	Luas Ancaman (Ha)		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Banyumanik	351,088	2643,758	97,754
Candisari	29,602	330,545	301,054
Gajah Mungkur	117,799	435,377	388,224
Gayamsari	0,058	197,057	446,373
Genuk	423,540	392,947	1913,254
Gunungpati	3,538	6049,977	95,829
Mijen	1020,051	3748,692	612,884
Ngaliyan	978,878	2973,313	522,885
Pedurungan	3,258	1199,470	995,902
Semarang Barat	323,370	735,079	1153,555
Semarang Selatan	0,000	231,526	383,065
Semarang Tengah	0,000	104,939	430,395
Semarang Timur	0,440	46,441	514,858
Semarang Utara	139,934	90,150	910,300
Tembalang	1019,567	2725,583	400,085
Tugu	1544,524	805,866	651,053
<i>Total</i>	5955,646	22710,719	9817,471

**4. Kesimpulan**

Penggunaan metode *Fuzzy Logic* tipe Mamdani dengan jenis keanggotaan *Gauss* dalam pemodelan ancaman banjir kota Semarang dapat memberikan hasil yaitu sebesar 15,48% dari luasan kota Semarang mendapatkan klasifikasi kelas rendah, 59,01% dari luasan kota Semarang berada dalam klasifikasi kelas sedang, dan 25,51% dari luasan kota Semarang terdampak ancaman banjir kelas tinggi.

Berdasarkan uji validasi dapat diketahui bahwa pemodelan skor dan bobot menggunakan *fuzzy logic* memberikan nilai validasi yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan metode katalog bencana Peta Geo Hazard dengan GIS. Hasil nilai validasinya sebesar 54,84% dibandingkan dengan metode katalog bencana yang hanya mempunyai nilai validasi sebesar 29,03%.

Sebaran wilayah yang dominan terdampak ancaman banjir kota Semarang pada kelas rendah berada di kecamatan Tugu, Mijen dan Tembalang. Sedangkan wilayah yang berada dikelas sedang berada di kecamatan Gunungpati, dan yang terancam bencana banjir pada kelas tinggi didominasi pada wilayah di kecamatan Genuk.

**Ucapan terima kasih**

Kepada Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang membiayai penelitian ini dengan sumber dana DIPA Fakultas Teknik UNDIP 2017 dan ESRI Indonesia atas license ArcGIS 10.4 dalam membantu pengolahan dan analisa data spasial.

**Daftar Pustaka**

- Arifin, S., Muslim, M.A., & Sugiman (2015). Implementasi Logika Fuzzy Mamdani untuk Mendeteksi Kerentanan Daerah Banjir di Semarang Utara. *Scientific Journal of Informatics*. 2(2), 179-192
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2013) *Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI)*: Jakarta.
- Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Semarang. (2015). *Laporan Kegiatan Pengkajian, Verifikasi, dan Rekonstruksi Pasca Bencana Kota Semarang*. Semarang: Badan Penanggulangan Bencana Daerah
- Darmawan, M., & Theml, S. (2008). *Katalog Metodologi Penyusunan Peta Geo Hazard Dengan GIS*. Banda Aceh: Badan Rehabilitasi dan Rekonstruksi (BRR) NAD-Nias. Banda Aceh
- Hidayat, F., & Rudiarto, I. (2013) Pemodelan Resiko Banjir Lahar Hujan pada Alur Kali Putih Kabupaten Magelang. *Teknik Perencanaan Wilayah Kota*. 2(4)
- Kusumadewi, S., & Purnomo, H. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Laksono, D. (2012). *Penyusunan Peta Multi-Risiko Bencana Di Kabupaten Bogor, Jawa Barat*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Nayak, P.C., Sudheer, K.P., & Ramasastri, K.S. (2005) Fuzzy Computing based rainfall-runoff model for real time flood forecasting. *Hydrological Processes*. 19(4), 955-968
- Nugraha L.A., Santosa, P.B., & Aditya, T. (2015). Dissemination of tidal flood risk map using online map in Semarang. *Procedia Environmental Sciences*, 23, 64-71. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.01.010>
- Nugroho, J.A., Sukojo, B.M., & Sari, I.L. (2009). *Pemetaan Daerah Rawan Longsor dengan Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Hutan Lindung kabupaten Mojokerto)*. Skripsi. Surabaya: Teknik Geomati Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Nurhendro, R.H., & Marfai, M. A (2016). Pemodelan dan Analisa Dampak Banjir Pesisir Surabaya Akibat Kenaikan Air Laut Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Bumi Indonesia*. 5(4).
- Prahasta, E. (2001). *Konsep- Konsep Dasar Sistem Informasi Geografi*. Bandung: Teknik Informatika Bandung
- Saputro, N., & Putranto, T.H. (2013). Pemodelan Spasial Banjir Luapan Sungai Menggunakan Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh di FAS Bodri Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*. 2 (4)
- Tribun Jateng (2016). Muncul genangan baru, banjir kota Semarang menyebar di 38 kelurahan di 11 kecamatan. Diakses dari <http://jateng.tribunnews.com/2016/12/20/muncul-genangan-baru-banjir-kota-semarang-menyebar-di-38-kelurahan-di-11-kecamatan>, diakses pada 10 April 2017
- Wahyuningtyas, A., Pahlevari, J.E., Darsono, S, & Budienny, H. (2017) Pengendalian Banjir Sungai Beringin Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6(3)
- Wibowo, N.S., Setyohadi, D.P., & Rahmad, H., (2016). Penggunaan Metode Fuzzy Dalam Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Kabupaten Jember. Seminar nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat