

# ANALISIS OPTIMALISASI KETAHANAN DAERAH BERBASIS GIS, REMOTE SENSING DAN CLOUD UNTUK MANAJEMEN BANJIR DAN ROB DI KOTA SEMARANG

Muhammad Iqbal Maulana<sup>1</sup>, Muhammad Ilham Maulana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Urban and Regional Planning, Diponegoro University

<sup>2</sup>Accounting, STIE Bank BPD Jateng & Ministry of Finance the Republic of Indonesia

## Jurnal Riptek

Volume 17 No. 1 (71 – 78)

Tersedia online di:

<http://ripteك.semarangkota.go.id>

## Info Artikel:

Diterima: 23 Juni 2023

Disetujui: 07 Juli 2023

Tersedia online: 08 Agustus 2023

## Kata Kunci:

Banjir; Rob; Ketahanan; Banjir; Pendekatan; Spasial;

## Korespondensi penulis:

\*[iqbal.maulana6747@gmail.com](mailto:iqbal.maulana6747@gmail.com)

**Abstract.** Floods and tidal floods are a topic of discussion every year in the city of Semarang because no proper solution has been created for mitigation. From January 2022-May 2023, most of the flood and rob events are located in flat and sloping areas. The disaster had an impact on human life, such as material, physical, economic, and psychological losses. Importance of innovation to create flood resilience is urgently needed to eliminate or minimize the adverse effects of floods and rob. Flood resilience analysis uses a spatial approach supported by GIS optimization, Remote Sensing, and the Cloud platform. Then the model builder is used to speed up and simplify the analysis process. The results of the analysis show that the highest level of flood sensitivity is in flat and gently sloping areas with high population density & buildings. Meanwhile, high capacity levels are in areas close to health facilities, have road accessibility, and have lots of economic activity. In addition, 93.37% of the area's resistance to flooding is still classified as low and medium. This should be of particular concern for areas with dense populations and buildings, such as Pedurungan District, Ngaliyan District, North Semarang District, West Semarang District, and Genuk District. Thus, through regional resilience mapping, it can become a basis for decision-making for local governments with the support of inclusive disaster management

## Cara mengutip:

Maulana, M.I., Maulana, M.I. 2023. Analisis Optimalisasi Ketahanan Daerah berbasis GIS, Remote Sensing dan Cloud untuk Manajemen Banjir dan Rob di Kota Semarang. Vol. 17(1) 70-78. <http://ripteك.semarangkota.go.id>

## Pendahuluan

Banjir merupakan fenomena alam yang sering menjadi diskusi di wilayah Indonesia. Wilayah terancam banjir rata-rata berada di kawasan pesisir yang telah mengalami penurunan muka tanah. Salah satu wilayah yang sering terjadi banjir adalah Kota Semarang. Hal tersebut menjadi masalah dari tahun ke tahun yang belum teratasi. Berdasarkan data historis kebencanaan tahun 2022-2023, telah ditemukan 88 kejadian banjir dan rob di Kota Semarang. Kejadian banjir paling sering terjadi pada bulan Januari-Februari sebanyak 38 kejadian di tahun 2022 dan 17 kejadian di tahun 2023. Sedangkan rob terjadi pada bulan Mei-Juni tahun 2022 sebanyak 7 kejadian (BPBD Kota Semarang).

Sebagian besar banjir yang terjadi berada di kawasan pesisir atau dikenal dengan banjir rob. Penyebabnya akibat adanya kenaikan muka air laut yang melebihi tinggi elevasi di suatu daerah, sehingga timbul genangan pada saat pasang di aliran sungai atau dataran rendah (Kusumaning & Puriningsih, 2019). Kejadian banjir rob sering terjadi pada musim kemarau karena adanya air laut pasang yang terhubung dengan daratan melalui sungai atau saluran air bermuara ke pantai. Sedangkan saat

musim penghujan terjadi akibat banjir kiriman dari hulu ke hilir, sehingga terjadi limpasan air sungai yang menggenangi daratan atau disebut banjir air sungai. Apalagi kondisi topografi yang bergelombang dan jaraknya dekat antara hulu dengan hilir memberikan aliran air sangat cepat menuju bagian hilir melalui sungai, seperti Sungai Babon, Sungai Garang, Sungai Kripik, dan Sungai Bringin (Sidiq et al., 2022). Hal tersebut berdampak terhadap suplai air yang sangat melimpah, sehingga timbul ketidakseimbangan dengan daya tampung sungai dan menggenangi lokasi lebih rendah (Sidiq et al., 2022).

Banyak penelitian terdahulu yang membahas penyebab terjadinya banjir rob di Kota Semarang. Menurut Kusumaning & Puriningsih (2019), menyatakan terdapat 4 penyebab banjir rob, yaitu perubahan penggunaan lahan, penurunan tanah (*land subsidence*), penurunan permukaan air tanah, dan kenaikan muka air laut (*sea level rise*). Sedangkan untuk banjir air sungai disebabkan adanya intensitas hujan yang lama dan tinggi, sehingga terjadi luapan air sungai. Selain itu, pada kawasan hulu yang seharusnya menjadi daerah resapan air justru telah banyak berubah menjadi kawasan permukiman. Hal tersebut sangat ironi karena banjir berdampak

multidimensi, seperti kerusakan lingkungan, kerugian material, kerugian fisik, dan gangguan psikis manusia.

Bahaya banjir dan rob memberikan dampak negatif di masyarakat, seperti timbulnya korban jiwa, kerugian material, kerusakan infrastruktur, dan terhambatnya kegiatan ekonomi. Disinilah peran manajemen risiko banjir diperlukan untuk menciptakan ketahanan bencana dan mengurangi dampak fisik, ekonomi, sosial, serta lingkungan. Penggunaan *Geographic Information System* (GIS) dan *Remote Sensing* (RS) diperlukan untuk mengumpulkan data sekaligus melakukan pemodelan ketahanan banjir. Dukungan platform berbasis *cloud* juga memberikan kemudahan dalam analisis karena sudah terintegrasi dengan berbagai sumber data dari citra satelit. Sehingga diperoleh *research question* dari penelitian ini bagaimana pemodelan berbasis GIS, RS, dan *Cloud* untuk optimalisasi ketahanan banjir?

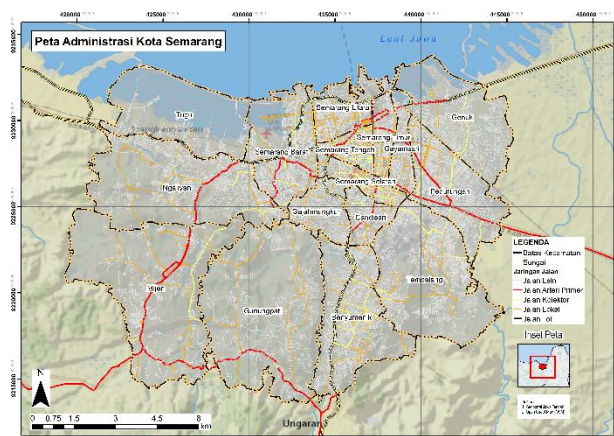
Ketahanan diartikan suatu kemampuan untuk menghadapi dampak buruk dari kejadian ekstrem dan memiliki kapasitas dalam beradaptasi serta merespons segala macam gangguan (Tayyab et al., 2021). Menurut Rey et al. (2020), ketahanan sebagai kemampuan sistem untuk melawan, menyerap, beradaptasi, dan pulih dari efek buruk bahaya secara tepat waktu melalui pelestarian, pemulihan struktur, dan fungsi esensialnya. Konsep ketahanan menjadi diskusi untuk pengelolaan air perkotaan dalam menyatukan banyak komponen berdasarkan aspek yang luas dari perspektif umum (Tayyab et al., 2021).

Adopsi ketahanan untuk banjir sangat diperlukan karena banjir khususnya di perkotaan disebabkan adanya interaksi manusia-alam dan secara luas dipengaruhi oleh perubahan iklim, kepadatan penduduk, lingkungan buatan, dan sungai (Liao, 2012). Upaya peningkatan kapasitas dan ketahanan menjadi kebutuhan yang mendesak di Kota Semarang untuk mengurangi kerentanan dan keterpaparan banjir dan rob. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi sensitivitas dan kapasitas terhadap banjir. Penilaian untuk *sensitivity* meliputi *hazard*, *exposure*, dan *susceptibility*. Sedangkan untuk *capacity* indikator penilaiannya adalah *coping capacity* (Tayyab et al., 2021). Melalui penelitian ini diharapkan dapat memunculkan suatu informasi yang memberikan pedoman bagi para pemangku kepentingan untuk berinvestasi dalam membuat kota tangguh bencana sehingga mampu melakukan tindakan sebelum, saat, dan sesudah terjadi banjir secara cepat dan efektif.

### Metode Analisa

Lokasi penelitian terletak di Kota Semarang yang memiliki 16 kecamatan dan 177 kelurahan. Kota Semarang terdiri dari daerah pantai, dataran

rendah, dan perbukitan sehingga memiliki kemiringan lereng bervariasi dari 0% hingga >40%. Kemudian terletak di suatu sistem hidrologi yang dilalui beberapa sungai besar, seperti Sungai Penggaron, Sungai Kedungmundu, Sungai Bajak, Sungai Candi, Sungai Garang, Sungai Kripik, Sungai Kreo, Sungai Sianger, Sungai Silandak, Sungai Beringin, dan Sungai Besole. Kemudian Kota Semarang memiliki perbedaan ketinggian yang sangat curam antara kawasan hulu dan hilir, sehingga saat terjadi hujan air mengalir sangat cepat ke kawasan hilir.



Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

**Gambar 1.** Peta Administrasi Kota Semarang

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan berbasis analisis spasial. Analisis spasial terdiri dari identifikasi sensitivitas dan kapasitas. Identifikasi *sensitivity* menghitung *hazard*, *exposure*, dan *susceptibility*. *Hazard* dihitung berdasarkan *Digital Elevation Model* (DEM) dan Dampak Banjir. Kemudian *exposure* dihitung berdasarkan *Population Density* (Kepadatan Penduduk). Selain itu, untuk *susceptibility* diukur berdasarkan *Land Use/Land Cover* (LULC). Sedangkan untuk *capacity* diukur berdasarkan *coping capacity*, seperti Tingkat Cahaya Malam Hari (Kapasitas Ekonomi) dan Jaringan Jalan dan Fasilitas Kesehatan (Kapasitas Fisik).

Setelah dilakukan identifikasi pada setiap indikator penyusun, kemudian dilakukan *Weighted Overlay* untuk Indikator *Sensitivity* dan *Capacity*. Selanjutnya dianalisis dengan pendekatan *Fuzzy Overlay*, sehingga dihasilkan indeks ketahanan banjir di Kota Semarang. Nilai indeks yang terbentuk dari 0-1 yang berarti semakin mendekati nilai 1, maka memiliki nilai ketahanan banjir paling tinggi. Kemudian indeks diklasifikasi menjadi 3 kelas, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Klasifikasi ketahanan yang terbentuk menjadi pedoman untuk melakukan

mitigasi banjir dengan memprioritaskan wilayah yang tergolong sedang dan rendah.



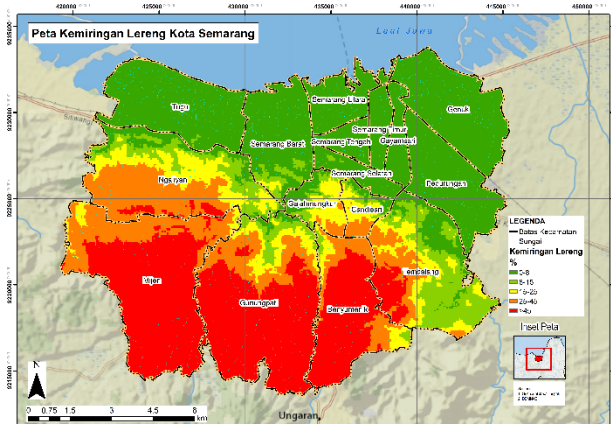
Sumber: Modifikasi dari Tayyab et al., 2021

Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

Hasil dan Pembahasan Analisis Hazard

a. Kemiringan Lereng

Elevasi sangat penting digunakan untuk analisis banjir karena berhubungan langsung dalam mengidentifikasi daerah yang lebih awal tergenang. Hasil analisis kemiringan lereng menunjukkan Kota Semarang memiliki topografi yang beragam dari datar hingga sangat curam. Kecamatan yang berada di kemiringan 0-8% tentunya lebih awal berpotensi terjadi banjir karena air mengalir dengan cepat dari hulu ke hilir. Apalagi untuk Kecamatan Tugu, Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Semarang Utara, dan Kecamatan Genuk berbatasan langsung dengan Laut Jawa, sehingga semakin berpotensi terkena rob (Lihat Gambar 3).

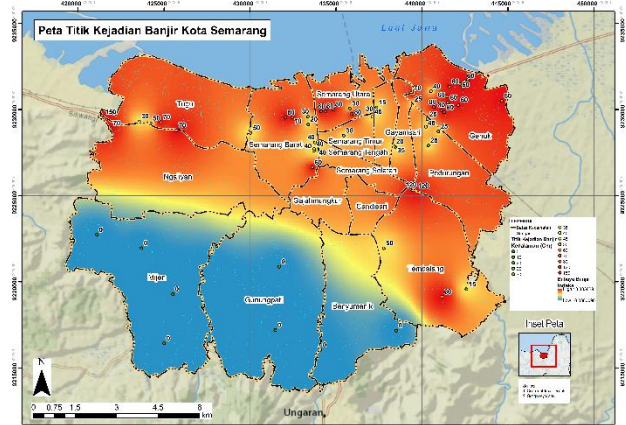


Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

Gambar 3. Peta Kemiringan Lereng Kota Semarang

b. Titik Kejadian Banjir

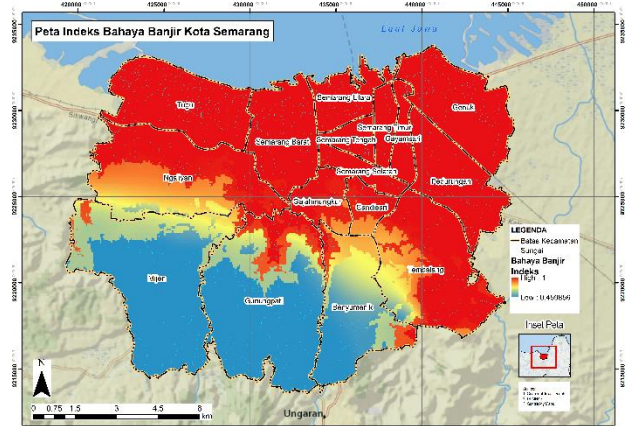
Berdasarkan data BPBD Kota Semarang pada Januari 2022-Mei 2023, titik kejadian banjir dan rob tersebar merata di kawasan pesisir. Kejadian rob yang menjadi perhatian adalah di Kecamatan Semarang Utara, tepatnya di Pelabuhan Tanjungmas. Peristiwa tersebut menghambat kegiatan ekonomi masyarakat. Selain itu, untuk kedalaman banjir paling tinggi 1,5 m berada di Kecamatan Ngaliyan. Kemudian kejadian banjir juga ditemukan di daerah agak curam dan curam, yaitu Kecamatan Tembalang yang kedalamannya mencapai 1-1,2 m.



Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

Gambar 4. Peta Titik Kejadian Banjir Kota Semarang Januari 2022- Mei 2023

c. Indeks Bahaya Banjir



Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

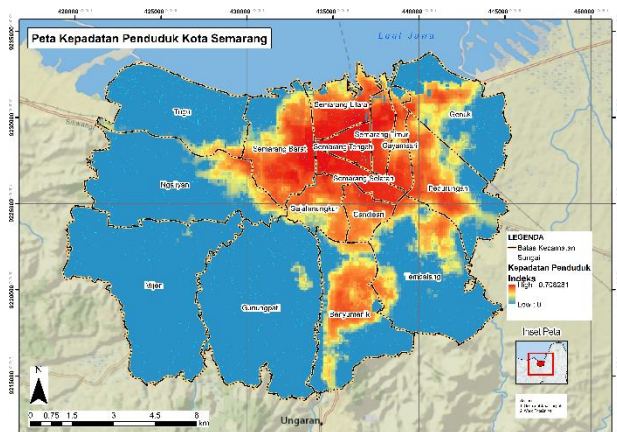
Gambar 5. Peta Indeks Bahaya Banjir Kota Semarang

Hasil Fuzzy Overlay sub indikator hazard dihasilkan indeks bahaya banjir di Kota Semarang. Kecamatan yang memiliki potensi bahaya tinggi pasti terletak di daerah datar atau landai. Berdasarkan 16 kecamatan di Kota Semarang hanya 3 kecamatan

yang sebagian besar terklasifikasi bahaya rendah, yaitu Kecamatan Mijen, Kecamatan Gunungpati, dan Kecamatan Banyumanik. Hal tersebut didukung wilayahnya terletak di daerah curam dan sangat curam.

**Analisis Exposure**

*Exposure* diartikan suatu kedekatan orang, properti, sistem, atau elemen lainnya ke dalam zona bahaya sehingga berpotensi terjadi kerugian akibat banjir (Tayyab et al., 2021). Parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat *exposure* adalah kepadatan penduduk. Parameter tersebut diasumsikan dapat mewakili kedekatan orang, properti, aktivitas ekonomi, dan sistem aktivitas lainnya ke zona bahaya banjir. Selain itu, kepadatan penduduk mencerminkan, bahwa kota sebagian besar permukaan wilayahnya telah mengalami perkerasan, sehingga mengurangi laju infiltrasi air hujan (Shah et al., 2018). Indeks kepadatan penduduk tinggi terletak di Kecamatan Semarang Utara, Kecamatan Semarang Tengah, Kecamatan Semarang Selatan, Kecamatan Semarang Timur, Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Gajahmungkur, Kecamatan Candisari, Kecamatan Gayamsari, Kecamatan Genuk, Kecamatan Peterongan, Kecamatan Banyumanik, dan Kecamatan Tembalang (Lihat Gambar 6).



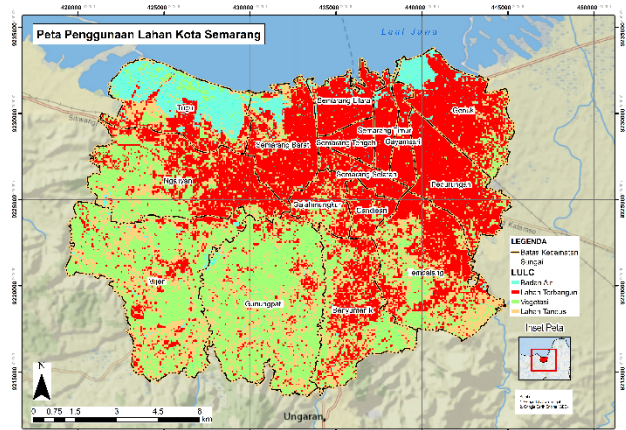
Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

**Gambar 6.** Peta Kepadatan Penduduk Kota Semarang

**Analisis Susceptibility**

*Susceptibility* adalah sifat dari suatu daerah yang terklasifikasi rentan dan mudah mengalami proses alami, sehingga berpotensi timbul banjir. Kerawanan juga sering diartikan suatu karakteristik di daerah untuk jangka waktu tertentu yang mengurangi kemampuan meredam, mencegah, kesiapan, dan tanggap terhadap dampak banjir (Husein et al., 2017). Untuk parameter yang

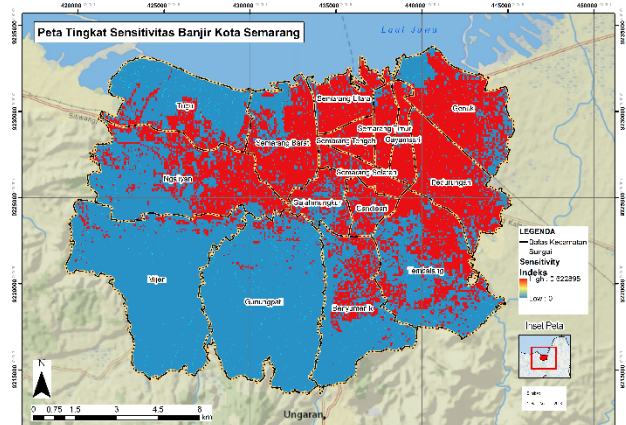
digunakan adalah LULC dengan dukungan SIG dan penginderaan jauh. LULC digunakan untuk mengidentifikasi daerah dengan permukaan yang keras, sehingga lahan terbangun (*Lihat Gambar 7*) memiliki tingkat infiltrasi rendah dan limpasan permukaan jauh lebih tinggi. Selain itu, kawasan yang rawan banjir pasti lahan terbangun karena terdiri dari kumpulan bangunan komersial, tempat tinggal, dan infrastruktur pemerintah,



Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

**Gambar 7.** Peta Kepadatan Penduduk Kota Semarang

**Analisis Sensitivity**



Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

**Gambar 8.** Peta Tingkat Sensitivitas Banjir Kota Semarang

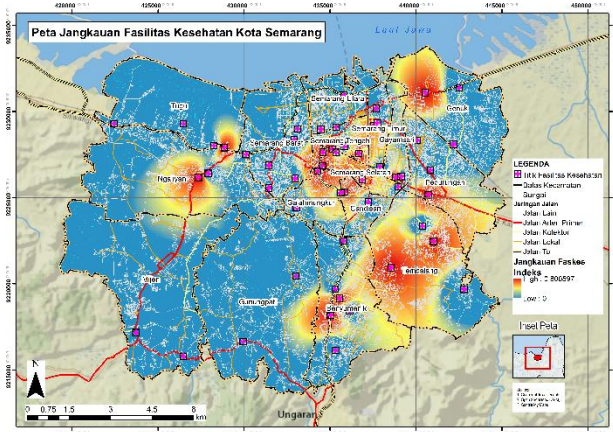
Berdasarkan hasil analisis variabel *hazard*, *exposure*, dan *susceptibility* lalu di *weighted overlay* dengan bobot 50% (*hazard*), 25% (*eExposure*), serta 25% (*susceptibility*). Pembobotan tersebut diasumsikan tingkat bahaya memberikan *sensitivity* lebih tinggi karena dapat terjadi di daerah mana saja. Kemudian tingkat sensitivitas sedang-tinggi berada di kawasan terbangun dengan tingkat kepadatan yang

tinggi. Dari 16 Kecamatan di Kota Semarang hanya Kecamatan Mijen dan Kecamatan Gunungpati yang sebagian besar memiliki tingkat sensitivitas rendah.

**Analisis Coping Capacity**

**a. Jangkauan Fasilitas Kesehatan**

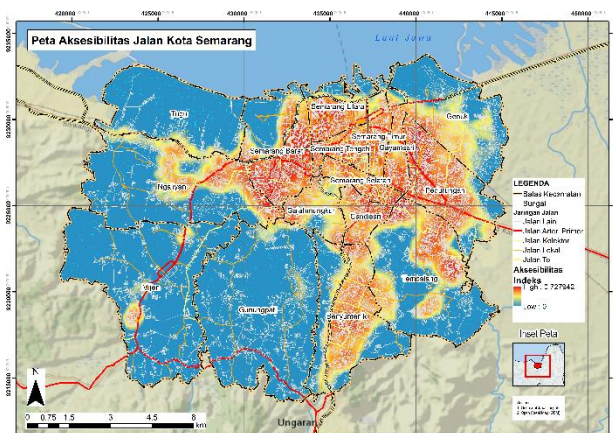
Peran fasilitas kesehatan sangat penting untuk membantu dalam penyelidikan masyarakat terhadap efek bencana. Semakin banyak fasilitas kesehatan (faskes) dapat mengurangi angka kematian karena diobati secara cepat dan tepat waktu (Hoque et al., 2019). Sebaliknya, semakin sedikit faskes di lingkungan masyarakat, maka meningkatkan keterpaparan banjir. Hasil jangkauan faskes menunjukkan kecamatan yang terdapat fasilitas puskesmas dan rumah sakit memiliki kapasitas tinggi. Apalagi didukung dengan konektivitas jaringan jalan dapat meningkatkan kapasitas fisik.



Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

**Gambar 9.** Peta Jangkauan Fasilitas Kesehatan Kota Semarang

**b. Aksesibilitas Jalan**



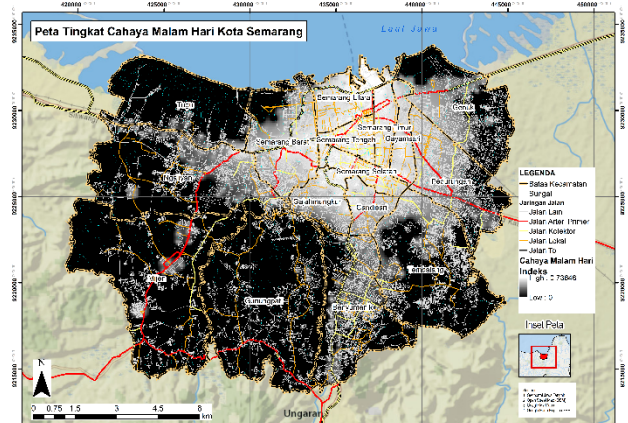
Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

**Gambar 10.** Peta Aksesibilitas Jalan Kota Semarang

Aksesibilitas jalan mempengaruhi kapasitas di suatu wilayah. Semakin memiliki aksesibilitas jalan, maka manusia semakin mudah menyelamatkan diri apabila terjadi banjir. Tingkat aksesibilitas melengkapi analisis jangkauan faskes karena dapat memperoleh rute tercepat menuju fasilitas puskesmas atau rumah sakit. Untuk kecamatan di Kota Semarang sebagian besar memiliki aksesibilitas jalan tinggi, kecuali Kecamatan Gunungpati, Kecamatan Mijen, dan Kecamatan Tugu.

**c. Tingkat Cahaya Malam Hari**

Tingkat cahaya malam hari digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas ekonomi di suatu wilayah (Peng & Zhang, 2022). Semakin terang cahaya malam hari mengindikasikan terdapat aktivitas ekonomi, sehingga masyarakat memiliki penghasilan untuk melakukan pengobatan efek banjir. Selain itu, dapat mengidentifikasi kapasitas wilayah dalam mempercepat pemulihan ekonomi. Hal tersebut dikarenakan semakin memiliki banyak aktivitas ekonomi berpotensi memperoleh bantuan lebih cepat dan banyak, sehingga masyarakat dapat survive akibat banjir.

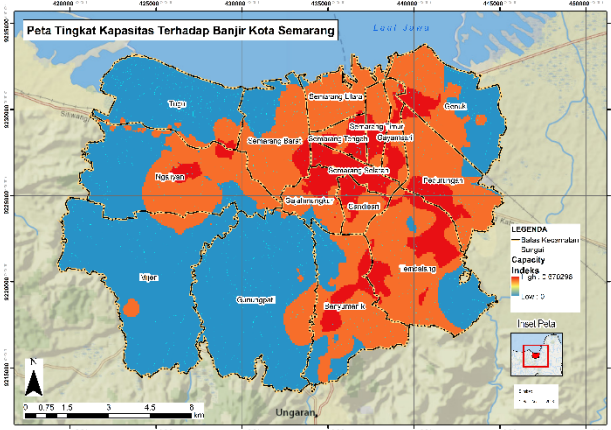


Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

**Gambar 11.** Peta Tingkat Cahaya Malam Hari Kota Semarang

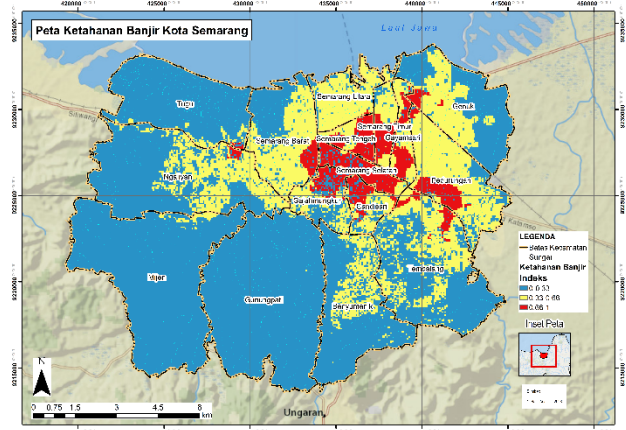
**Analisis Capacity**

Hasil analisis kapasitas dilakukan dengan pendekatan *weighted overlay* dari variabel penyusun *coping capacity*. Pembobotan tiap variabel, meliputi 50% (Jangkauan Fasilitas Kesehatan), 25% (Aksesibilitas Jalan), dan 25% (Tingkat Cahaya Malam Hari). Penilaian jangkauan faskes paling tinggi karena perannya sangat vital dalam menyelamatkan nyawa manusia apabila terjadi banjir. Faskes juga dijadikan tempat evakuasi dan bantuan logistik kesehatan. Maka, kapasitas tinggi berada di kecamatan yang memiliki faskes, aksesibilitas jalan, dan menjadi pusat ekonomi.



Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

**Gambar 12.** Peta Tingkat Kapasitas Terhadap Banjir Kota Semarang

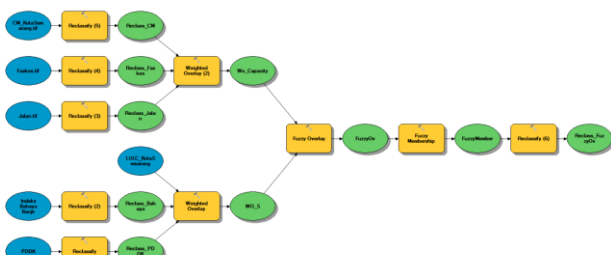


Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

**Gambar 14.** Peta Ketahanan Banjir Kota Semarang

**Analisis Ketahanan Banjir**

Model *builder* digunakan untuk memproses keseluruhan analisis ketahanan banjir. Penggunaan model *builder* menjadi pendekatan perencana dalam mengambil keputusan untuk mempertahankan wilayah akibat banjir. Kelebihannya adalah mampu menganalisis sekaligus secara sederhana hingga rumit. Selain itu, sangat logis dan memberikan alur pekerjaan presisi dan rapi serta dapat digunakan berulang kali dengan data yang sama (Lihat Gambar 13).



Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

**Gambar 13.** Model Builder Peta Ketahanan Banjir Kota Semarang

Analisis ketahanan banjir dihasilkan berdasarkan variabel *sensitivity* dan *capacity* dengan pendekatan *fuzzy overlay*. Indeks ketahanan banjir tinggi berada di sebagian pada tiap kecamatan, kecuali Kecamatan Banyumanik, Kecamatan Gunungpati, dan Kecamatan Mijen. Padahal untuk Kecamatan Banyumanik sebagian wilayahnya memiliki tingkat sensitivitas banjir yang tinggi. Hal tersebut menjadi perhatian khusus bagi pemerintah dan masyarakat apalagi telah berkurang daerah resapan air di kawasan hulu.

Berdasarkan luas klasifikasi ketahanan banjir, sebagian besar masih tergolong rendah sebesar 25.848,55 Ha atau 67,50% dari total luas. Kecamatan Gunungpati dan Kecamatan Mijen memiliki klasifikasi ketahanan banjir paling luas, sebesar 5.932,13 Ha (15,49%) dan 5.676,39 Ha (14,82%). Selain itu, wilayah dengan klasifikasi sedang tetap menjadi prioritas penanganan banjir. Hal tersebut dikarenakan sebagian besar didominasi lahan terbangun dan memiliki kepadatan penduduk yang tinggi. Sebesar 9.905,89 Ha (25,87%) masih terklasifikasi sedang, sehingga perlunya mitigasi banjir khususnya wilayah dengan padat penduduk, seperti Kecamatan Pedurungan, Kecamatan Ngaliyan, Kecamatan Semarang Utara, Kecamatan Semarang Barat, dan Kecamatan Genuk (Tabel 1).

**Tabel 1.** Luas Klasifikasi Ketahanan Banjir

Kecamatan	Luas (Ha)			Luas (%)			Total Luas (Ha)	Total Luas (%)
	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi		
Banyumanik	2367,58	722,77		6,18	1,89		3090,36	8,07
Candisari	146,40	293,33	213,95	0,38	0,77	0,56	653,68	1,71
Gajahmungkur	384,46	356,52	230,24	1,00	0,93	0,60	971,22	2,54
Gayamsari	45,31	317,92	265,24	0,12	0,83	0,69	628,48	1,64
Genuk	1562,22	981,54	85,28	4,08	2,56	0,22	2629,04	6,87
Gunungpati	5932,13	19,87		15,49	0,05		5952,00	15,54
Mijen	5676,39	80,33		14,82	0,21		5756,72	15,03
Ngaliyan	2996,11	1402,98	36,72	7,82	3,66	0,10	4435,71	11,58
Pedurungan	330,76	1557,33	315,97	0,86	4,07	0,83	2204,06	5,76
Semarang Barat	806,85	1284,73	147,55	2,11	3,35	0,39	2239,14	5,85
Semarang Selatan	52,80	70,05	494,31	0,14	0,18	1,29	617,16	1,61
Semarang Tengah	12,34	158,98	364,75	0,03	0,42	0,95	536,07	1,40
Semarang Timur	61,04	269,69	231,96	0,16	0,70	0,61	562,69	1,47
Semarang Utara	143,05	924,85	8,64	0,37	2,41	0,02	1076,55	2,81
Tembalang	2543,05	1327,83	131,92	6,64	3,47	0,34	4002,81	10,45
Tugu	2788,03	137,26	15,26	7,28	0,36	0,04	2940,55	7,68
<b>Total Keseluruhan</b>	<b>25848,55</b>	<b>9905,89</b>	<b>2541,80</b>	<b>67,50</b>	<b>25,87</b>	<b>6,64</b>	<b>38296,23</b>	<b>100,00</b>

Sumber: Muhammad Iqbal Maulana, 2023

Menciptakan ketahanan banjir dan rob di Kota Semarang bertujuan untuk meminimalkan kerugian manusia dan kerusakan ekonomi. Kota Semarang memiliki permasalahan banjir dan rob yang kompleks, sehingga perlu langkah-langkah dasar manajemen risiko (Tingsanchali, 2012), sebagai berikut:

- Penilaian risiko sebelum dan sesudah banjir dengan menerapkan mitigasi banjir
- Mengevaluasi kinerja tindakan mitigasi banjir

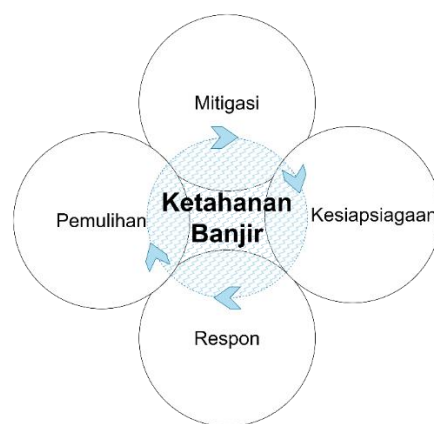
- Penilaian risiko dilakukan secara terpadu, sehingga perlu skenario model banjir yang memberikan informasi perkiraan frekuensi dan besaran banjir (luas, kedalaman, durasi, dan kecepatan aliran).

Kemudian secara garis besar manajemen banjir dan rob dapat dilakukan dengan mengikuti tahapan siklus pengelolaan penanggulangan bencana, seperti kesiapsiagaan (Tingsanchali, 2012). Tujuannya adalah mencegah potensi risiko berubah menjadi bencana, baik di tingkat masyarakat maupun individu dengan pendekatan perencanaan yang matang untuk menanggapi situasi darurat.

Selain itu, dalam manajemen banjir dapat dikaitkan dengan dua tema penting dan prioritas, yaitu, 1) berdasarkan komunitas pendekatan manajemen banjir untuk kelompok rentan (disabilitas, anak-anak, dan lansia); dan 2) faktor-faktor kontribusi terhadap keberhasilan penanggulangan banjir yang terbagi menjadi tiga tahapan, yaitu prabencana, saat bencana, dan pascabencana (Yodsuban & Nuntaboot, 2021). Berikut ini merupakan pendekatan manajemen berbasis masyarakat sesuai dengan tahapan penanggulangan bencana.

- **Prabencana:** 1) pengembangan sistem data dan penyebaran data dalam penanggulangan banjir untuk kelompok rentan; 2) pengembangan potensi untuk persiapan menghadapi banjir; 3) gladi bersih untuk rencana penanggulangan banjir sekurang-kurangnya sekali dalam setahun; 4) komunitas publik untuk peringatan bagi kelompok rentan; 5) menyediakan alat, perangkat, dan perbekalan kesehatan; 6) memperbaiki tempat tinggal; 7) memberikan dukungan kesejahteraan bagi kelompok rentan.
- **Saat bencana:** 1) komunikasi peringatan publik darurat; 2) menyediakan tempat penampungan; 3) membangun pusat komando terdepan untuk penanggulangan bencana; 4) mengevakuasi dan mentransfer dukungan bagi kelompok rentan; 5) pemantauan keselamatan dan aset kelompok rentan; 6) menyiapkan dapur komunitas; 7) menyediakan perawatan kesehatan fisik dan mental; 8) membantu dan mendukung yang terkena dampak banjir.
- **Pascabencana:** 1) mengumpulkan data rumah tangga yang terkena dampak; 2) memperbaiki rumah yang terkena dampak; 3) merangkul pembelajaran dan manajemen banjir; 4) memulihkan pekerjaan; 5) memulihkan kesehatan fisik; 6) menyesuaikan rencana penanggulangan bencana.

Pendekatan yang inklusif perlu dilakukan dalam manajemen banjir sehingga memberikan dasar untuk adaptasi berbasis ekosistem. Terdapat empat tahapan inklusif untuk manajemen banjir, yaitu *Mitigation* (mitigasi), *Preparedness* (kesiapsiagaan), *Response* (respon), dan *Recovery* (pemulihan) (MPRR) (Busayo et al., 2022) (Lihat Gambar 15). Melalui pendekatan inklusif dapat memberikan kerangka mengelola dan mengurangi banjir sehingga dapat dijadikan landasan dalam pengambilan keputusan untuk pengelolaan ekosistem dan bencana. Selain itu, untuk meningkatkan ketahanan banjir perlunya kerjasama antara masyarakat dan pemerintah sehingga dapat meningkatkan kapasitas di masyarakat.



Sumber: Maulana, 2023

**Gambar 15.** Pendekatan Inklusif Manajemen Banjir

### Kesimpulan

- Kawasan pesisir menjadi wilayah yang sering mengalami banjir dan rob di Kota Semarang. Kejadian banjir terbesar sepanjang tahun 2022-Mei 2023 memiliki kedalaman mencapai 1-1,5m.
- Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memberikan manfaat untuk melakukan manajemen banjir. Penggunaan GIS, RS, dan platform *cloud* menjadi solusi untuk memetakan ketahanan daerah terhadap banjir.
- Tingkat sensitivitas banjir paling tinggi berada pada wilayah yang padat penduduk dan di daerah datar & landai. Sedangkan untuk kapasitas terhadap banjir paling tinggi berada di daerah yang berdekatan dengan fasilitas kesehatan, memiliki aksesibilitas jalan, dan kapasitas ekonomi wilayahnya tinggi.
- Seluas 93,37% wilayah Kota Semarang masih terklasifikasi memiliki ketahanan rendah-sedang. Padahal wilayah tersebut memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi, sehingga berpotensi mengalami kerugian fisik dan ekonomi yang tinggi.

- Pendekatan manajemen bencana yang inklusif diperlukan dengan melibatkan masyarakat, komunitas, dan pemerintah untuk mitigasi banjir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anna, A. N., Priyana, Y., Fikriyah, V. N., Ibrahim, M. H., Ismail, K., Pamekar, M. S., & Asshodiq, A. D. T. (2021). Spatial Modelling of Local Flooding for Hazard Mitigation in Surakarta, Indonesia. *International Journal of GEOMATE*, 21(87), 145–152. <https://doi.org/10.21660/2021.87.j2306>
- Busayo, E. T., Kalumba, A. M., Afuye, G. A., Olusola, A. O., Ololade, O. O., & Orimoloye, I. R. (2022). Rediscovering South Africa: Flood disaster risk management through ecosystem-based adaptation. *Environmental and Sustainability Indicators*, 14(January), 100175. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2022.100175>
- Hoque, M. A. A., Tasfia, S., Ahmed, N., & Pradhan, B. (2019). Assessing spatial flood vulnerability at kalapara upazila in Bangladesh using an analytic hierarchy process. *Sensors (Switzerland)*, 19(6), 1–19. <https://doi.org/10.3390/s19061302>
- Husein, Z., Tjahjono, B., & Nurwajedi, N. (2017). Analisis Zona Bahaya Banjir Dan Tsunami Berbasis Ekoregion Di Provinsi Banten. *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 19(2), 60–67. <https://doi.org/10.29244/jitl.19.2.60-67>
- Kusumaning, T., & Puriningsih, F. S. (2019). Kajian Strategi Penanganan Banjir/Rob Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Warta Penelitian Perhubungan*, 26(11), 677. <https://doi.org/10.25104/warlit.v26i11.949>
- Liao, K. H. (2012). A theory on urban resilience to floods-A basis for alternative planning practices. *Ecology and Society*, 17(4). <https://doi.org/10.5751/ES-05231-170448>
- Luo, P., Mu, D., Xue, H., Ngo-Duc, T., Dang-Dinh, K., Takara, K., Nover, D., & Schladow, G. (2018). Flood inundation assessment for the Hanoi Central Area, Vietnam under historical and extreme rainfall conditions. *Scientific Reports*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30024-5>
- Peng, J., & Zhang, J. (2022). Urban flooding risk assessment based on GIS- game theory combination weight: A case study of Zhengzhou City. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 77(May), 103080. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.103080>
- Rey, W., Martínez-Amador, M., Salles, P., Mendoza, E. T., Trejo-Rangel, M. A., Franklin, G. L., Ruiz-Salcines, P., Appendini, C. M., & Quintero-Ibáñez, J. (2020). Assessing different flood risk and damage approaches: A case of study in progreso, Yucatan, Mexico. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/jmse8020137>
- Shah, A. A., Ye, J., Abid, M., Khan, J., & Amir, S. M. (2018). Flood hazards: household vulnerability and resilience in disaster-prone districts of Khyber Pakhtunkhwa province, Pakistan. *Natural Hazards*, 93(1), 147–165. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3293-0>
- Sidiq, W. A. B. N., Hanafi, F., Priakusuma, D., Haruman, W., Sumarso, M. Y., & Setyowati, N. (2022). Analisis Banjir Genangan di Kawasan Tembalang dan Sekitarnya. *Jurnal Ripstek*, 16(2), 137–144. <https://doi.org/10.35475/riptidek.v16i2.159>
- Tayyab, M., Zhang, J., Hussain, M., Ullah, S., Liu, X., Khan, S. N., Baig, M. A., Hassan, W., & Al-Shaibah, B. (2021). Gis-based urban flood resilience assessment using urban flood resilience model: A case study of peshawar city, khyber pakhtunkhwa, pakistan. *Remote Sensing*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/rs13101864>
- Tingsanchali, T. (2012). Urban flood disaster management. *Procedia Engineering*, 32, 25–37. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.1233>
- Yodsuban, P., & Nuntaboot, K. (2021). Community-based flood disaster management for older adults in southern of Thailand: A qualitative study. *International Journal of Nursing Sciences*, 8(4), 409–417. <https://doi.org/10.1016/j.ijnss.2021.08.008>
- Widiasari, I. R., Nugroho, L. E., & Widyawan. (2017). Deep learning multilayer perceptron