

MODEL MITIGASI BENCANA BANJIR UNTUK MEWUJUDKAN KOTA YANG RESILIEN DI KOTA BEKASI

NOVIA FITRIYATI



ILMU PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM
DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Model Mitigasi Bencana Banjir untuk Mewujudkan Kota yang Resilien di Kota Bekasi” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Desember 2024

Novia Fitriyati
P062190154

RINGKASAN

NOVIA FITRIYATI. Model Mitigasi Bencana Banjir Untuk Mewujudkan Kota yang *Resilien* di Kota Bekasi. Dibimbing oleh HADI SUSILO ARIFIN, KASWANTO dan MARIMIN

Kota Bekasi, sebagai salah satu kota terbesar di Jawa Barat, menghadapi tantangan besar terkait bencana banjir. Dengan populasi yang terus meningkat dan alih fungsi lahan yang tak terelakkan, kota ini semakin rentan terhadap banjir yang memiliki dampak signifikan terhadap ekosistem, ekonomi, dan kehidupan sosial masyarakat. Dalam konteks ini, disertasi *Model Mitigasi Bencana Banjir untuk Mewujudkan Kota yang Resilien di Kota Bekasi* hadir sebagai kontribusi penting untuk mengatasi tantangan ini. Penelitian ini berupaya merumuskan model mitigasi yang implementatif guna meningkatkan resiliensi Kota Bekasi dalam menghadapi ancaman banjir.

Tantangan banjir di Kota Bekasi bukan hanya disebabkan oleh faktor alam, seperti curah hujan yang tinggi dan kondisi geografis di hilir Daerah Aliran Sungai (DAS). Permasalahan utama justru terletak pada aktivitas manusia yang memperparah risiko banjir. Perubahan penggunaan lahan, seperti pengurangan ruang terbuka hijau (RTH) yang kini hanya tersisa 16% dari luas wilayah kota, menjadi salah satu faktor utama. Urbanisasi yang pesat telah mengalihfungsikan kawasan resapan air menjadi permukiman dan infrastruktur yang tidak ramah lingkungan.

Kota Bekasi mengandalkan struktur pengendalian banjir, seperti polder dan tandon air, yang meskipun telah terimplementasi luas, belum efektif mengurangi dampak banjir. Pada saat yang sama, tata kelola bencana di kota ini masih bersifat sektoral dan minim partisipasi masyarakat, sehingga upaya mitigasi sering kali tidak terkoordinasi dengan baik.

Dalam menjawab tantangan tersebut, penelitian ini menggunakan pendekatan komprehensif yang mengintegrasikan analisis sistem, metode spasial, dan *cooperative game theory*. Penelitian ini bertujuan merumuskan model mitigasi yang menggabungkan pendekatan teknis dan tata kelola kolaboratif, dengan fokus pada resiliensi kota. Tiga tujuan antara mendukung pencapaian tujuan utama, yaitu:

1. Menganalisis sistem pengendalian banjir eksisting.
2. Memetakan risiko banjir masa depan melalui pendekatan analisis spasial.
3. Menilai tingkat resiliensi Kota Bekasi berdasarkan indikator yang relevan.

Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa banjir di Kota Bekasi bersumber dari lemahnya pengelolaan DAS dan sistem drainase, perubahan ekologi lanskap, serta kurang optimalnya tata kelola bencana.



Risiko banjir semakin meningkat akibat buruknya perencanaan tata ruang yang tidak memperhatikan daya dukung lingkungan.

Penilaian resiliensi menunjukkan bahwa Kota Bekasi memiliki kapasitas yang rendah dalam menghadapi banjir. Rendahnya indeks resiliensi ini disebabkan oleh minimnya kolaborasi antar pemangku kepentingan dan kurangnya keterlibatan masyarakat dalam upaya mitigasi.

Penelitian ini menawarkan beberapa kontribusi kebaruan yang signifikan, baik dari segi pendekatan, metode, maupun hasil:

1. Indeks Resiliensi Kota Berbasis Mitigasi Banjir: Penelitian ini mengembangkan indeks resiliensi spesifik untuk Kota Bekasi, yang mengintegrasikan aspek ekonomi, sosial, ekologi, modal masyarakat, infrastruktur dan kelembagaan dalam menghadapi bencana banjir.
2. Pendekatan *Cooperative Game Theory* untuk Mitigasi Banjir: Biasanya digunakan dalam manajemen proyek dan rantai pasok, pendekatan ini diterapkan untuk merumuskan model mitigasi banjir berbasis kolaborasi pemangku kepentingan.

Penelitian ini menghasilkan model mitigasi yang mencakup langkah- langkah struktural dan non-struktural. Normalisasi sungai dan restorasi lahan basah menjadi strategi utama untuk meningkatkan kapasitas resapan air. Selain itu, pengembangan peta risiko banjir berbasis GIS dan rehabilitasi trotoar dengan bahan permeabel menjadi bagian dari solusi teknis yang diusulkan. Inovasi teknologi juga diintegrasikan dalam model ini, termasuk sistem peringatan dini berbasis masyarakat dan platform digital untuk mendukung kolaborasi antar pemangku kepentingan. Pendekatan ini dirancang untuk mengoptimalkan peran setiap pihak, mulai dari pemerintah daerah, masyarakat, hingga sektor swasta.

Model mitigasi yang diusulkan diharapkan tidak hanya mampu mengurangi risiko banjir, tetapi juga meningkatkan resiliensi Kota Bekasi dalam jangka panjang. Rekomendasi utama meliputi peningkatan RTH sebagai area resapan, reformasi tata kelola berbasis risiko dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), dan penguatan kapasitas adaptasi masyarakat.

Kata kunci : banjir, kolaborasi, mitigasi, resiliensi, tata kelola

SUMMARY

NOVIA FITRIYATI. Flood Disaster Mitigation Model to Realize *Resilient* City in Bekasi City. Supervised by HADI SUSILO ARIFIN, KASWANTO and MARIMIN

Bekasi City, as one of the largest cities in West Java, faces major challenges related to flooding. With an ever-increasing population and inevitable land conversion, the city is increasingly vulnerable to flooding that has significant impacts on the ecosystem, economy, and social life of the community. In this context, the dissertation *Flood Disaster Mitigation Model to Realize a Resilient City in Bekasi City* comes as an important contribution to address this challenge. This research seeks to formulate an implementable mitigation model to increase Bekasi City's resilience in facing flood threats.

Flooding challenges in Bekasi City are not only caused by natural factors, such as high rainfall and geographical conditions in the downstream watershed. The main problem lies in human activities that exacerbate the risk of flooding. Land use change, such as the reduction of green open space (RTH), which is now only 16% of the city area, is one of the main factors. Rapid urbanization has converted water catchment areas into settlements and environmentally unfriendly infrastructure.

Bekasi City relies on flood control structures, such as polder and water reservoirs, which although widely implemented, have not been effective in reducing the impact of flooding. At the same time, disaster governance in the city is still sectoral and lacks community participation, so mitigation efforts are often poorly coordinated.

To address these challenges, this research uses a comprehensive approach that integrates systems analysis, spatial methods and *cooperative game theory*. The research aims to formulate a mitigation model that combines technical approaches and collaborative governance, with a focus on urban resilience. Three intermediate objectives support the achievement of the main objective, namely:

1. Analyzing the existing flood control system.
2. Mapping future flood risks through a spatial analysis approach.
3. Assessing the resilience level of Bekasi City based on relevant indicators.

The results of this study reveal that flooding in Bekasi City stems from weak watershed management and drainage systems, changes in landscape ecology, and less than optimal disaster governance. The risk of flooding is increasing due to poor spatial planning that does not pay attention to the carrying capacity of the environment.

The resilience assessment shows that Bekasi City has a low capacity to deal with flooding. The low resilience index is due to the lack of



collaboration between stakeholders and the lack of community involvement in mitigation efforts.

This research offers some significant novelty contributions, both in terms of approaches, methods, and results:

1. **Flood Mitigation-Based City Resilience Index:** This research develops a specific resilience index for Bekasi City, which integrates economic, social, ecological, community capital, infrastructure and institutions aspects in dealing with flood disasters.
2. **Cooperative Game Theory Approach for Flood Mitigation:** Typically used in project and supply chain management, this approach was applied to formulate a flood mitigation model based on stakeholder collaboration.

The research resulted in a mitigation model that includes structural and non- structural measures. River normalization and wetland restoration are the main strategies to increase water infiltration capacity. In addition, the development of GIS-based flood risk maps and pavement rehabilitation with permeable materials are part of the proposed technical solutions. Technological innovations are also integrated in this model, including community-based early warning systems and digital platforms to support collaboration between stakeholders. This approach is designed to optimize the role of each party, from the local government, community, to the private sector.

The proposed mitigation model is expected to not only reduce flood risk, but also increase Bekasi City's resilience in the long term. Key recommendations include increasing green spaces as catchment areas, reforming risk-based governance in the Regional Spatial Plan (RTRW), and strengthening community adaptation capacity.

Keywords: collaboration, flood, governance, mitigation, resilience,



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

MODEL MITIGASI BENCANA BANJIR UNTUK MEWUJUDKAN KOTA YANG RESILIEN DI KOTA BEKASI

NOVIA FITRIYATI

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan

**ILMU PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM
DAN LINGKUNGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Prof. Dr.Ir. Bambang Pramudya N., M.Eng
- 2 Dr. Raditya Jati, S.Si., M.Si

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Prof. Dr.Ir. Bambang Pramudya., M.Eng
- 2 Dr. Raditya Jati, S.Si., M.Si



Judul Disertasi : Model Mitigasi Bencana Banjir untuk Mewujudkan Kota yang Resilien di Kota Bekasi

Nama : Novia Fitriyati

NIM : P062190154

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Hadi Susilo Arifin, M.S.

Pembimbing 2:

Dr. Kaswanto, S.P., M.Si.

Pembimbing 3:

Prof. Dr. Ir. Marimin, M.Sc



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Widiatmaka, DAA.

NIP 196212011987031002



Dekan Sekolah Pascasarjana:

Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop.

NIP 197003291996081001



Tanggal Ujian:

30 November 2024

Tanggal Lulus:

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak mengizinkan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini mengangkat tema tentang bencana banjir dengan judul “Model Mitigasi Bencana Banjir untuk Mewujudkan Kota yang Resilien di Kota Bekasi”, yang telah dilaksanakan sejak Januari 2022 hingga Juli 2024.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para pembimbing, yaitu Prof. Dr. Ir. Hadi Susilo Arifin, M.S., Dr. Kaswanto, S.P., M.Si, dan Prof. Dr. Ir. Marimin, M.Sc, atas bimbingan, arahan, dan saran yang sangat berharga selama proses penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para penguji Prof. Dr.Ir. Bambang Pramudya N., M.Eng dan Dr. Raditya Jati, S.Si., M.Si, serta kepada Ketua Program Studi Prof. Dr. Ir. Widiatmaka, DAA, Sekretaris Program Studi Prof. Dr. Lina Karlinasari, S.Hut., M.Sc.F.Trop atas dukungannya.

Penulis juga ingin menyampaikan apresiasi kepada Pemerintah Kota Bekasi, khususnya Kepala Dinas Bina Marga dan Tata Air serta Kepala Badan Penanggulangan Bencana Daerah, yang telah memberikan izin dan bantuan dalam pengumpulan data. Tidak lupa, ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Asisten Deputi Investasi Strategis Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi beserta staf atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian. Ungkapan terima kasih terbesar disampaikan kepada bapak, ibu, serta Almarhum Mas Eko Budi Utomo, nanda Nabila Agia Ramadhani dan nanda Athallah Ahza Falah yang telah memberikan dukungan doa, tenaga, perhatian dan kasih sayangnya.

Akhir kata, penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang mitigasi bencana banjir. Penulis juga berharap hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pemerintah, masyarakat, dan pihak-pihak terkait lainnya dalam upaya mewujudkan Kota Bekasi yang lebih tangguh terhadap bencana.

Bogor, Desember 2024

Novia Fitriyati



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR ISTILAH	x
PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	7
1.4 Kerangka Pemikiran	7
1.5 Manfaat	8
1.6 Ruang Lingkup	9
1.7 Kebaruan	11
II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Kajian Banjir Bekasi	13
2.2 Ekologi Lanskap	15
2.2.1 Konsep	15
2.2.2 Perubahan Ekologi Lanskap	16
2.3 Tinjauan Umum Banjir	17
2.3.1 Terminologi Banjir	17
2.3.2 Bahaya, Kerentanan dan Risiko Banjir	18
2.4 Kota Resilien	19
2.5 Mitigasi Banjir	21
2.6 <i>Bench Marking</i> Pengelolaan Banjir Berbagai Negara	22
2.6.1 Pengelolaan Banjir di Tiongkok	22
2.6.2 Pengelolaan Banjir di Belanda	24
2.6.3 Pengelolaan Banjir di Australia	26
2.7 <i>Hard System Methodology vs Soft System Methodology</i>	27
2.8 Tinjauan Umum Metode Penunjang Penelitian	28
2.8.1 <i>Causal Loop Diagram</i>	28
2.8.2 Analisis Spasial	28
2.8.3 <i>Hydrological Analysis</i>	29
2.8.4 Pengukuran Resiliensi	30
2.8.5 <i>Interpretive Structural Modelling (ISM)</i>	31
2.8.6 <i>Strategic Assumption Surfacing and Testing (SAST)</i>	32
2.8.7 <i>Cooperative Game Theory</i>	33
2.8.8 <i>Decision Support System</i>	34
III METODOLOGI	36
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	36
3.2 Rancangan Penelitian	36
3.3 Tahapan Penelitian	37
3.3.1 Analisis Sistem Pengendalian Banjir	37
3.3.2 Analisis Risiko Banjir	38

3.3.3	<i>Assesment</i> Resiliensi Kota Bekasi	38
3.3.4	Model Mitigasi Banjir	39
IV SISTEM PENGENDALIAN BANJIR EKSISTING		41
4.1	Pendahuluan	41
4.2	Metode Penelitian	42
4.3	Hasil dan Pembahasan	43
4.3.1	Analisis Kondisional	43
4.3.2	Sistem Pengendalian Banjir Eksisting	79
4.3.3	Sintesis	88
4.4	Simpulan dan Rekomendasi	96
V ANALISIS RISIKO BANJIR		98
5.1	Pendahuluan	98
5.2	Metode Penelitian	99
5.2.1	Wilayah Studi	99
5.2.2	Data dan Analisis	100
5.3	Hasil dan Pembahasan	102
5.3.1	Klasifikasi dan Prediksi Penggunaa Lahan 2030	102
5.3.2	Klasifikasi dan Perubahan Tutupan Lahan	106
5.3.3	Model Prediksi Tutupan Lahan Tahun 2030	112
5.3.4	Analisis Metrik Lanskap	117
5.3.5	Pemodelan Hidrologi	125
5.3.6	Hasil Integrasi Analisis Spasial Metrik dengan Model Hidrologi	149
5.4	Simpulan dan Rekomendasi	152
VI <i>ASSESMENT</i> RESILIENSI KOTA BEKASI		154
6.1	Pendahuluan	154
6.2	Metode Penelitian	155
6.2.1	Wilayah Studi	155
6.2.2	Jenis dan Teknik Pengumpulan Data	155
6.3	Hasil dan Pembahasan	158
6.3.1	Resiliensi dalam Penanggulangan Bencana	158
6.3.2	Penentuan Komponen Resiliensi Berdasarkan AHP	159
6.3.3	Penilaian Resiliensi	161
6.3.4	Bencana dan Mekanisme Penanggulangan Lokal di Bekasi	167
6.4	Simpulan dan Rekomendasi	171
VII MODEL MITIGASI BANJIR		173
7.1	Pendahuluan	173
7.2	Metode Penelitian	174
7.3	Hasil dan Pembahasan	175
7.3.1	Pengembangan Model Mitigasi Banjir Kota yang Resilien	175
7.3.2	Strategi Kolaborasi Pemangku Kepentingan	177
7.3.3	Analisis Efektivitas Model Mitigasi dan Kolaborasi	185
7.4	Simpulan dan Rekomendasi	188
VIII PEMBAHASAN UMUM		190
8.1	Manajemen Risiko Banjir Eksisting dalam Konteks Kota Bekasi	190
8.2	Risiko dan Prediksi Banjir Kota Bekasi	191



8.3	Model Mitigasi Banjir Berbasis Resiliensi dan Kolaborasi Pemangku Kepentingan	191
8.3.1	Normalisasi Sungai dan Restorasi Lahan Basah	192
8.3.2	Pembuatan Peta Risiko Banjir Interaktif Berbasis GIS	194
8.3.3	Rehabilitasi Trotoar dengan Bahan Permeabel	194
8.3.4	Pemantauan Banjir Berbasis Masyarakat	194
8.3.5	Pengembangan <i>Platform Digital</i> untuk Kolaborasi Pemangku Kepentingan	195
8.4	Keterbatasan Penelitian	195
8.5	Implikasi Kebijakan	197
IX	SIMPULAN DAN REKOMENDASI	199
9.1	Simpulan Umum	199
9.2	Rekomendasi Penelitian Selanjutnya	200
	DAFTAR PUSTAKA	201
	LAMPIRAN	219
	RIWAYAT HIDUP	233

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b. Pengutipan tidak mengikis kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

2.1	Penelitian terdahulu tentang banjir Kota Bekasi	13
2.2	Penelitian dengan pendekatan <i>cooperative game theory</i>	15
4.1	Jenis dan sumber data	42
4.2	Pembagian urusan pemerintahan bidang pekerjaan umum subbidang drainase	47
4.3	Data jalan Kota Bekasi Tahun 2020	62
4.4	Daerah Aliran Sungai dan Anak Saluran Kota Bekasi	63
4.5	Data drainase tersier yang berfungsi baik Tahun 2021	71
4.6	Data kebencanaan Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota	80
4.7	Pemangku kepentingan sistem pengendalian banjir	85
5.1	Matriks jenis dan sumber data	102
5.2	Pemanfaatan data inderaja dan ukuran satuan pemetaan	103
5.3	Deskripsi penutupan lahan SNI 7645-1;2014	104
5.4	Deskripsi penutupan lahan SNI 7645-1;2014 (lanjutan)	105
5.5	Matrix konfusi uji validasi	106
5.6	Perubahan luas tutupan lahan	108
5.7	Distribusi luas tutupan lahan	108
5.8	Ilustrasi matriks transisi probabilitas	113
5.9	Matriks transitional/probability area tahun 2030	115
5.10	Perbandingan Luas Penutupan Lahan tahun 2022 dan 2030	117
5.11	Data curah hujan harian maksimum tahun 2010 – 2021	127
5.12	Rerata indeks curah hujan 2011-2021	128
5.13	Syarat dan kecocokan jenis distribusi	129
5.14	Uji kesesuaian distribusi	129
5.15	Hasil analisis distribusi frekuensi	130
5.16	Frekuensi curah hujan rancangan Hulu DAS Bekasi	131
5.17	Distribusi hujan jam-jaman	131
5.18	Parameter loss model	132
5.19	Curah hujan efektif	132
5.20	Parameter transform model	133
5.21	Input data pada control specification	133
5.22	Luas sub DAS dan panjang sungai utama	134
6.1	Indeks resiliensi Kota Bekasi	161
6.2	Indikator resiliensi Kota Bekasi	164
6.3	Nilai resiliensi Kota Bekasi	166
7.1	Jenis dan teknik pengumpulan data	178
7.2	Pemetaan valuasi kontribusi pemangku kepentingan	179
7.3	Nilai subset kontribusi pemangku kepentingan	180
7.4	Rincian program dan aktivitas meningkatkan kinerja ekologi	183
7.5	Hasil survei pakar SAST	185



DAFTAR GAMBAR

1.1	Rumusan masalah	5
1.2	Diagram kerangka pemikiran	8
1.3	Lingkup pembahasan dan penelitian	10
1.4	Posisi penelitian mitigasi banjir dan resiliensi	12
1.5	Posisi penelitian <i>cooperative game theory</i> dan <i>flood risk management</i>	12
2.1	Diagram konsep <i>Disaster Resilience of Place</i>	31
2.2	Grafik tingkat kepentingan dan kepastian	33
3.1	Peta lokasi penelitian	36
3.2	Diagram rancangan penelitian	37
4.1	Peta elevasi Kota Bekasi	50
4.2	Peta genangan banjir Kota Bekasi Tahun 2021	51
4.3	Jumlah penduduk menurut kecamatan (ribu) Tahun 2020	56
4.4	Kepadatan penduduk per km ² menurut kecamatan Tahun 2020	57
4.5	Statistik kejahatan di Kota Bekasi	58
4.6	Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Provinsi Jawa Barat	59
4.7	Angka IPM dan persentase penduduk miskin Kota Bekasi	60
4.8	Peta jaringan jalan	61
4.9	Kondisi fisik jalan	62
4.10	Peta saluran drainase Kota Bekasi	64
4.11	Peta kewenangan pengelolaan wilayah sungai di daerah studi	65
4.12	Peta wilayah sungai Ciliwung-Cisadane	66
4.13	Saluran primer	66
4.14	Pertemuan Kali Cikeas, Kali Cileungsi dan Kali Bekasi	67
4.15	Kali Bekasi	68
4.16	Kali Sunter yang berbatasan dengan DKI Jakarta	69
4.17	Inventarisasi saluran drainase Kota Bekasi	70
4.18	Ilustrasi kolam retensi	73
4.19	Diagram pengelolaan air baku Kota Bekasi	75
4.20	Indeks kecukupan fasilitas pembuangan sampah	77
4.21	Rerata sebaran sampah di Kota Bekasi	78
4.22	Sebaran vegetasi pada lahan peruntukan RTH Tahun 2013-2021	79
4.23	Kondisi sungai dan saluran	81
4.24	<i>Causal loop diagram</i> banjir Kota Bekasi	82
4.25	Struktur organisasi komando operasi penanganan darurat bencana	87
4.26	Peta bencana banjir Kota Bekasi	90
4.27	Bagan proses bisnis pengendalian banjir eksisting	92
4.28	Diagram input output	96
5.1	Alur pengolahan data	101
5.2	Grafik perubahan tutupan lahan	107
5.3	Daur alih fungsi lahan Kota Bekasi	109
5.4	Peta tutupan lahan Kota Bekasi tahun 2014	110
5.5	Peta tutupan lahan Kota Bekasi tahun 2018	111
5.6	Peta tutupan lahan Kota Bekasi tahun 2022	112
5.7	Peta prediksi penutupan lahan Kota Bekasi tahun 2030	116
5.8	Statistik persentase lanskap Kota Bekasi 2014, 2018, 2022	117
5.9	Statistik <i>landscape shape</i> Kota Bekasi 2014, 2018, 2022	118

5.10	Statistik kepadatan <i>patch</i> lanskap Kota Bekasi 2014, 2018, 2022	119
5.11	Statistik jumlah <i>patch</i> lanskap Kota Bekasi 2014, 2018, 2022	119
5.12	Statistik <i>patch</i> terbesar lanskap Kota Bekasi 2014, 2018, 2022	120
5.13	Nilai <i>edge density</i> Kota Bekasi	121
5.14	Tren <i>patch density</i> Kota Bekasi	121
5.15	Nilai AMWS dan AWMPFD Kota Bekasi	122
5.16	Nilai MNN Kota Bekasi	123
5.17	Nilai MPI Kota Bekasi	123
5.18	Indeks SHDI Kota Bekasi	124
5.19	Indeks interspersi dan juxtaposisi (IJI) Kota Bekasi	124
5.20	Indeks CONTAG Kota Bekasi	125
5.21	Indeks COHESION Kota Bekasi	125
5.22	DAS pada area Kota Bekasi	126
5.23	Kurva IDF curah hujan harian maksimum	128
5.24	Basin model Bekasi Hilir	135
5.25	Basin model Bekasi Hulu	135
5.26	Data <i>terrain</i> (DEMNAS DAS Bekasi)	136
5.27	<i>Manning value</i> tutupan lahan 2022	137
5.28	<i>Manning value</i> tutupan lahan 2030	137
5.29	Perimeter area	138
5.30	Ukuran mesh	138
5.31	<i>Break lines</i> aliran sungai	139
5.32	<i>Boundary condition lines</i>	140
5.33	Input <i>boundary condition lines</i> hulu dengan <i>flow hydrograph</i>	140
5.34	Input <i>boundary condition lines</i> hilir dengan <i>normal depth</i>	141
5.35	<i>Unsteady flow analysis</i>	142
5.36	Simulasi genangan banjir LULC 2030 periode ulang 5 tahun	144
5.37	Simulasi genangan banjir LULC 2030 periode ulang 10 tahun	145
5.38	Simulasi genangan banjir LULC 2030 periode ulang 50 tahun	146
5.39	Peta area terdampak banjir periode ulang 5 tahun	147
5.40	Area padat penduduk yang terdampak banjir	148
5.41	Pembangunan turap Kali Bekasi	149
6.1	Proses pengukuran resiliensi	156
6.2	Hirarki pembobotan resiliensi	157
6.3	Bobot resiliensi terhadap bencana	160
6.4	Posisi resiliensi Kota Bekasi	167
6.5	Infrastruktur mitigasi struktural di Pondok Gede Permai dan Bendungan Koja	169
6.6	Sistem peringatan dini e-buffer Kota Bekasi	170
7.1	Alur rekayasa model	175
7.2	Pemetaan program mitigasi banjir	176
7.3	Pemetaan <i>driver power</i> elemen aktivitas yang dibutuhkan untuk terselenggaranya program	177
7.4	Penghitungan dengan Mathlab R2023a	182
7.5	Pemetaan program dan aktivitas prioritas dengan SAST	186
7.6	<i>Framework</i> perumusan model mitigasi bencana banjir Kota Bekasi	187
8.1	Model mitigasi banjir Kota Bekasi	193



DAFTAR LAMPIRAN

1	Peta area terdampak banjir periode ulang 10 tahun	220
2	Peta area terdampak banjir periode ulang 50 tahun	221
3	Grafik perubahan luas penutupan lahan 2022 - 2030	223
4	Kuesioner AHP	223

DAFTAR ISTILAH

<i>Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	: Metode pengambilan keputusan berbasis hierarki dan bobot kriteria.
<i>Automatic Water Level Recorder (AWLR)</i>	: Alat untuk mengukur tinggi muka air secara otomatis.
<i>Catchment Area</i>	: Wilayah yang mengalirkan air ke titik tertentu seperti sungai atau waduk.
<i>Causal Loop Diagram (CLD)</i>	: Diagram yang menunjukkan hubungan sebab-akibat dalam suatu sistem.
<i>Cellular Automata (CA)</i>	: Sistem pemodelan berbasis grid yang digunakan untuk simulasi perubahan lanskap.
<i>Contagion Index (CONTAG)</i>	: Indeks yang mengukur tingkat agregasi lanskap.
<i>Cooperative game theory</i>	: Pendekatan kolaboratif dalam alokasi tanggung jawab pemangku kepentingan untuk suatu tujuan tertentu.
<i>Decision Support System (DSS)</i>	: Sistem pendukung keputusan untuk merancang strategi mitigasi banjir.
<i>Digital Elevation Model (DEM)</i>	: Representasi data ketinggian permukaan bumi.
<i>Flood plain</i>	: Dataran rendah yang secara alami menjadi tempat genangan air saat banjir.
FRAGSTATS	: Perangkat lunak untuk analisis spasial yang mendukung evaluasi dinamika lanskap terkait risiko banjir
<i>Flood Plain</i>	: Dataran rendah yang secara alami menjadi tempat genangan air saat banjir.
<i>Hard System Methodology</i>	: Metode yang berfokus pada solusi teknis atau fisik untuk masalah pengendalian banjir.

HEC-RAS

: HEC-RAS adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis dan memodelkan aliran air di sungai serta saluran, termasuk simulasi banjir, aliran mantap atau tidak mantap, dan transport sedimen, dengan memanfaatkan data topografi seperti DEM untuk menghasilkan prediksi pola aliran dan genangan. Dikembangkan oleh U.S. Army Corps of Engineers, HEC-RAS sering digunakan untuk mitigasi banjir dan perencanaan infrastruktur air.

Hydrological Analysis

: Analisis yang mempelajari pola aliran air dan curah hujan untuk memprediksi risiko banjir.

Infiltrasi

: Proses masuknya air ke dalam tanah.

Interpretive Structural Modelling (ISM)

: Metode untuk menganalisis dan memahami hubungan antara elemen-elemen sistem.

Normalisasi Sungai

: Proses teknis untuk memperbaiki kondisi aliran sungai agar lebih mampu menampung air hujan.

Landscape Metric

: Ukuran atau indeks yang digunakan untuk menganalisis perubahan ekologi lanskap.

Landscape Shape Index (LSI)

: Indeks untuk mengukur bentuk *patch* lanskap.

Largest Patch Index (LPI)

: Ukuran *patch* terbesar dalam lanskap tertentu.

Patch Density (PD)

: Kepadatan *patch* dalam lanskap tertentu.

Ruang Terbuka Biru (RTB)

: Area perairan yang berfungsi sebagai penyimpanan air dan pencegah banjir.

Ruang Terbuka Hijau (RTH)

: Area hijau yang digunakan untuk mendukung fungsi ekologi kota.

Run-off

: Aliran air permukaan yang terjadi saat curah hujan melebihi kapasitas resapan tanah.

Rupabumi Indonesia (RBI)

: Peta topografi standar Indonesia.

Soft System

: Pendekatan yang mempertimbangkan aspek sosial dan partisipasi pemangku kepentingan dalam mitigasi banjir.

Methodology (SSM)

Spasial Metrik

: Alat analisis lanskap untuk mengukur pola spasial.

Strategic Assumption Surfacing and Testing (SAST)

: Teknik untuk mengidentifikasi dan menguji asumsi strategis dalam mitigasi banjir.