

Strategi Mitigasi Banjir Di Kota Kupang Berdasarkan Analisis Penilaian Resiko

Lodia Semaya Amnifu ^{*1}, Marthinus Alexander Bastian²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Kupang, Indonesia

¹ Jl. Adi Sucipto Penfui Kupang Nusa Tenggara Timur P.O Box 139, Indonesia

Email *: lodia.amnifu@pnk.ac.id

ABSTRAK

Banjir di Kota Kupang merupakan permasalahan serius yang berdampak pada ekonomi, sosial, dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan risiko banjir dan merumuskan strategi mitigasi yang tepat berdasarkan faktor penyebab dan tingkat risiko yang dihadapi oleh masing-masing kecamatan. Penelitian ini merupakan desk study yang memanfaatkan data sekunder untuk penilaian risiko banjir yang bertujuan untuk mengembangkan strategi mitigasi yang sesuai dengan risiko masing-masing kecamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kecamatan Kelapa Lima dan Kota Lama memiliki tingkat bahaya banjir tinggi, sementara Kota Raja memiliki tingkat bahaya sedang. Ketiga kecamatan memiliki tingkat kerentanan tinggi dan kemungkinan banjir yang tinggi, dengan Kelapa Lima menjadi wilayah paling terdampak dari segi konsekuensi sosial dan ekonomi. Oleh karena itu, mitigasi struktural seperti perbaikan drainase dan pembangunan kolam retensi, serta mitigasi non-struktural seperti edukasi masyarakat, peningkatan sistem peringatan dini, dan kebijakan pengelolaan sampah, diperlukan untuk mengurangi risiko banjir secara efektif di Kota Kupang.

Kata kunci: Banjir, Kupang, Mitigasi, Penilaian Risiko

ABSTRACT

Flood Mitigation Strategies in Kupang City Based on Risk Assessment Analysis. Flooding in Kupang City represents a significant issue affecting economic, social, and environmental dimensions. This study aims to map flood risks and formulate appropriate mitigation strategies based on contributing factors and the risk levels faced by each district. Conducted as a desk study, this research utilizes secondary data to assess flood risks and develop mitigation strategies tailored to the specific risks of each district. The findings indicate that Kelapa Lima and Kota Lama districts experience high flood hazard levels, while Kota Raja exhibits moderate flood hazards. All three districts demonstrate high vulnerability and high flood likelihood, with Kelapa Lima being the most affected in terms of social and economic consequences. Therefore, structural mitigation measures, such as improving drainage systems and constructing retention basins, alongside non-structural strategies, including community education, enhancement of early warning systems, and waste management policies, are essential to effectively reduce flood risks in Kupang City.

Keywords: Flooding, Kupang, Mitigation Risk Assessment analysis

Pendahuluan

Kota Kupang, ibu kota Provinsi Nusa Tenggara Timur, memiliki peran strategis sebagai pusat ekonomi, politik, dan budaya dengan kepadatan penduduk tertinggi di provinsi ini (Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur, 2024) [1]–[4]. Namun, Kota Kupang menghadapi tantangan serius terkait banjir, baik banjir rob maupun banjir genangan, yang dipengaruhi oleh kondisi geografis, iklim ekstrem, infrastruktur drainase yang kurang memadai, serta perubahan tata guna lahan. Kondisi cuaca tidak stabil, seperti kemarau berkepanjangan dan hujan dengan intensitas tinggi, turut meningkatkan risiko banjir. Topografi kota yang relatif datar [5]–[8] dengan perkembangan pesat di kawasan pesisir [9]–[12], juga memperparah kerentanan terhadap banjir rob. Sementara itu, banjir genangan dipicu oleh pembangunan tidak teratur, sistem drainase buruk, dan berkurangnya kawasan resapan air [13]–[17]. Dampak banjir mencakup kerusakan infrastruktur, gangguan aktivitas ekonomi, serta risiko kesehatan bagi penduduk.

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari studi sebelumnya tentang analisis daerah rawan banjir di Kota Kupang [18], [19]. Sejumlah penelitian terdahulu telah membahas masalah banjir, termasuk pemodelan spasial, perbaikan drainase, kolam retensi, dan penguatan tebing Daerah Aliran Sungai (DAS) [20]–[22]. Umumnya, risiko banjir dinilai hanya berdasarkan dua faktor, yakni bahaya dan kerentanan. Namun, penelitian ini

memperluas pendekatan dengan mengintegrasikan faktor konsekuensi dalam analisis risiko, sebagaimana yang dikembangkan oleh [23]. Selanjutnya, penelitian ini mengadopsi penggunaan tabel matriks risiko banjir [24] sebagai dasar penyusunan strategi mitigasi banjir.

Metode Penelitian

Penelitian ini berfokus pada tiga kecamatan yang rawan banjir di Kota Kupang, yaitu Kelapa Lima, Kota Lama, dan Kota Raja. Beberapa tahapan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Penilaian tingkat bahaya banjir. Analisis ini mencakup empat jenis banjir, yaitu fluvial, pluvial, rob, dan *groundwater flooding*. Setiap jenis banjir dianalisis berdasarkan faktor pemicu, seperti jarak sungai, kondisi drainase, jarak dari pesisir, dan peta akuifer tanah. Setiap variabel dari bahaya banjir tersebut dibuatkan analisis skoring dengan rumus sebagai berikut:

$$P = R/K \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{dimana, } R=NT-NR \dots\dots\dots(2)$$

- P = Panjang interval
- R = Rentang Interval
- NT = Nilai Tertinggi
- NR = Nilai Terendah
- K = Banyak Kelas

Berdasarkan Persamaan (1) dan Persamaan (2), skoring tingkat bahaya memiliki rentang nilai sebagai berikut.

Tabel 1. Range Nilai Tingkat Bahaya Banjir

Range nilai	Tingkat Bahaya
4-6,67	Rendah
6,67-9,34	Sedang
9,34-12,00	Tinggi

2. Range nilai tingkat bahaya banjir

Penilaian tingkat kerentanan banjir. Aspek kerentanan yang ditinjau meliputi kerentanan fisik, sosial, dan administratif. Variabel kerentanan fisik mencakup topografi wilayah, kerentanan sosial dilihat dari kepadatan penduduk, dan kerentanan administratif ditinjau berdasarkan pusat layanan tingkat kota/provinsi. Tingkat kerentanan menggunakan metode skoring (Persamaan (1) dan Persamaan (2)), memiliki rentang nilai sebagai berikut.

Tabel 2. Range Nilai Tingkat Kerentanan Banjir

Range nilai	Tingkat Kerentanan
3-5	Rendah
5-7	Sedang
7-9	Tinggi

3. Range nilai tingkat kerentanan banjir

Penilaian tingkat kemungkinan banjir. Metode *intersection* digunakan untuk menganalisis hubungan antara tingkat bahaya dan kerentanan banjir. Hasil analisis ini disajikan dalam matriks kemungkinan banjir, yang menggambarkan klasifikasi tingkat kemungkinan berdasarkan kombinasi variabel tersebut.

Kerentanan	Tinggi			
	Sedang			
	Rendah			
Risiko Bencana		Rendah	Sedang	Tinggi
		Bahaya		
		Risiko Sedang		Risiko Tinggi

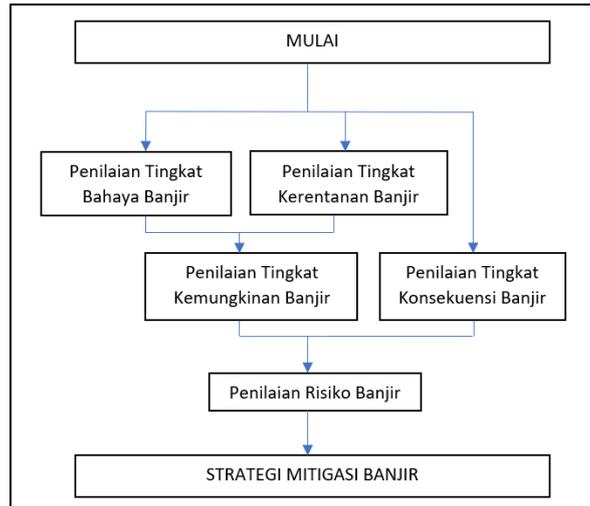
Gambar 1. Matriks risiko bencana

4. Penilaian tingkat konsekuensi banjir. Beberapa faktor diperhitungkan dalam tahap ini, termasuk jumlah penduduk, fasilitas publik seperti restoran, listrik, dan fasilitas pendidikan. Metode skoring digunakan kembali untuk mengkategorikan konsekuensi menjadi rendah, sedang, dan tinggi.

Tabel 3. Range nilai tingkat konsekuensi banjir

Range nilai	Tingkat Konsekuensi
4-6,67	Rendah
6,67-9,34	Sedang
9,34-12,00	Tinggi

5. Penilaian risiko banjir ditentukan berdasarkan hubungan antara tingkat kemungkinan dan konsekuensi banjir menggunakan metode *intersection*. Hasil analisis ini disajikan dalam bentuk matriks risiko banjir, seperti pada gambar 1, yang dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai tingkat risiko di wilayah penelitian.
6. Penyusunan mitigasi dengan mempertimbangkan pendekatan struktural dan nonstruktural. Pendekatan nonstruktural difokuskan pada penguatan kebijakan perencanaan ruang dan struktur wilayah, sesuai dengan UU Penataan Ruang No. 26 Tahun 2007. Sementara itu, pendekatan struktural melibatkan pembangunan infrastruktur yang mendukung pengurangan risiko banjir.



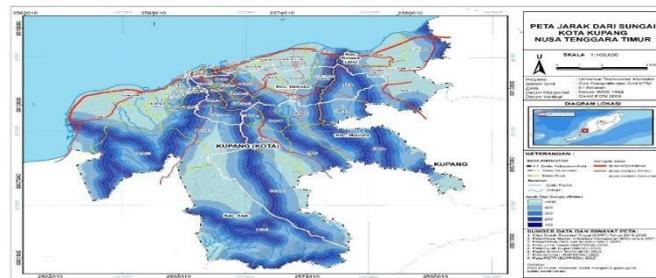
Gambar 2. Diagram alir penelitian

Hasil Dan Pembahasan

PENILAIAN TINGKAT BAHAYA BANJIR

Jarak dari Sungai (Banjir Fluvial)

Kelapa Lima terdiri dari muara Sungai Liliba dan perbatasan terhadap sungai Manikin. Dibandingkan dengan luasan wilayah kecamatan Kelapa Lima, Banjir Fluvial ini dapat mempengaruhi 30% dari luasan wilayah kecamatan. Kota Lama merupakan muara dari Sungai Dendeng dan muara Sungai Merdeka. Pengaruh Banjir Fluvial (area warna biru pada Gambar 5) adalah sebesar 40% dari wilayah ini. Kota Raja dipengaruhi oleh Sungai Dendeng dan perbatasan Sungai Merdeka. Jika dilihat dari Gambar 5, 70% wilayah kecamatan ini dipengaruhi oleh banjir fluvial.



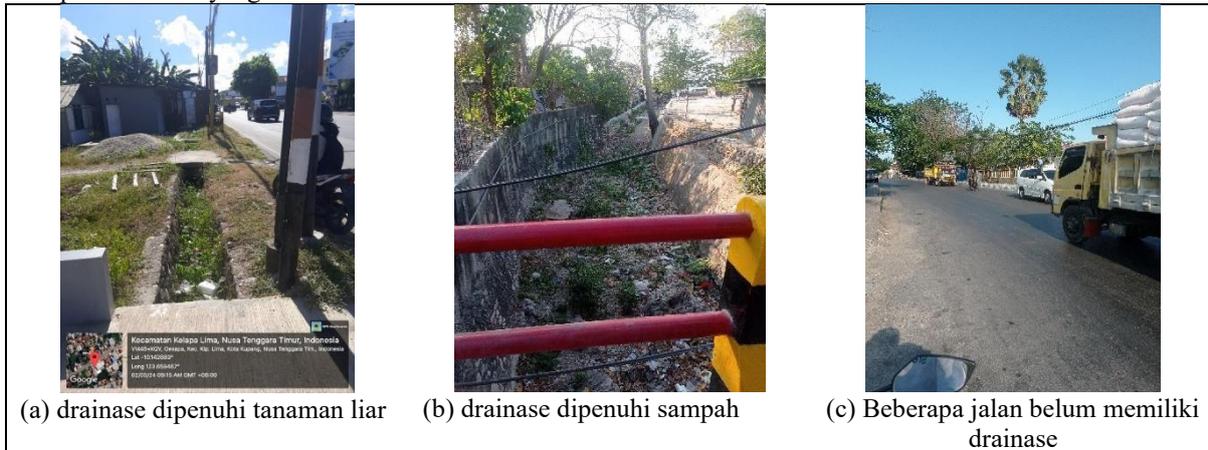
Gambar 3. Jarak dari sungai di kota Kupang

Kondisi Drainase (Banjir Pluvial)

Sistem drainase yang ada di kota Kupang dialirkan ke arah laut secara gravitasi memanfaatkan topografi wilayah. Umumnya saluran drainase di kota Kupang bersifat terbuka dan tertutup serta berfungsi sebagai limpasan air hujan dan air limbah rumah tangga. Berdasarkan hasil survey, terdapat beberapa wilayah yang belum memiliki drainase, terutama bila berada pada daerah topografi yang lebih tinggi. Selain itu beberapa drainase eksisting tidak berfungsi dengan baik dikarenakan perawatan yang kurang memadai sehingga saluran drainase dipenuhi sampah/tumbuhan liar.

Secara umum, kota Kupang merupakan wilayah dataran rendah. Kecamatan Kelapa Lima dan Kota Lama merupakan muara dari beberapa sungai sehingga memiliki drainase yang buruk dapat mengakibatkan banjir yang

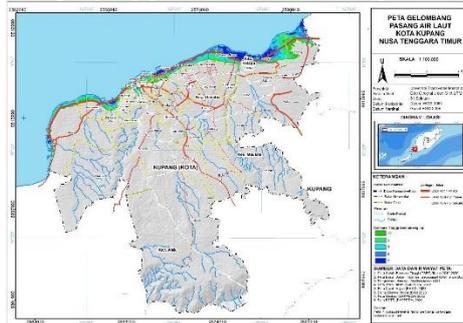
memerlukan waktu untuk pulih. Sedangkan kota Raja secara geografis terletak lebih tinggi dari kedua kecamatan tersebut, sehingga limpasan akibat drainase yang buruk dapat mengalir secara gravitasi ke daerah muara yang merupakan daerah yang lebih rendah.



Gambar 4. Gambaran kondisi drainase di kota Kupang hasil observasi lapangan

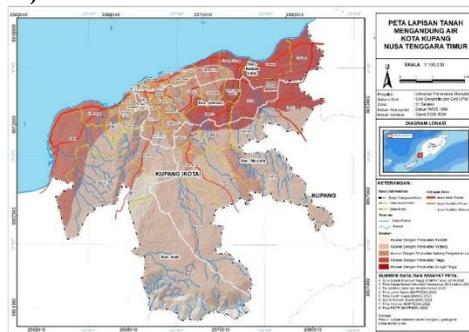
Jarak pesisir (Banjir Rob)

Kota Kupang merupakan salah satu daerah di NTT yang memiliki iklim kering dan sering mengalami kemarau berkepanjangan yang mengakibatkan jarang terjadinya hujan. Namun sama seperti daerah lainnya di NTT, cuaca ekstrim juga sering terjadi di kota Kupang yang mengakibatkan curah hujan ekstrim dan angin ekstrim. Berdasarkan penelitian sebelumnya [3], Kelapa Lima dan Kota Lama merupakan kecamatan yang berada di pesisir pantai dengan garis pantai terpanjang pada kecamatan Kelapa Lima.



Gambar 5. Peta gelombang pasang surut laut kota Kupang

Akuifer tanah (Groundwater flood)



Gambar 6. Kecamatan Kelapa Lima

Akuifer tanah Kota Kupang memiliki sifat yang sangat beragam bergantung pada sebaran karakteristik dan sifat tanah, seperti pH, tekstur, kadar organik, kedalaman pada suatu wilayah. Ditinjau pada gambar 6, Kecamatan Kelapa Lima memiliki wilayah akuifer dengan produktivitas yang sangat tinggi, memungkinkan bahaya *groundwater flood* terjadi. Penilaian tingkat bahaya banjir pada ketiga kecamatan rawan banjir terangkum pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Penilaian tingkat bahaya banjir di kota Kupang

Kecamatan Rentan Banjir	Variabel Bahaya Banjir				Nilai Total	Tingkat Bahaya Banjir
	Jarak sungai (Banjir Fluvial)	Kondisi Drainase (Banjir Pluvial)	Jarak pesisir (Banjir Rob)	Akuifer tanah (<i>Groundwater flood</i>)		
Kelapa Lima	2	3	3	3	11	Tinggi
Kota Lama	2	3	3	2	10	Tinggi
Kota Raja	3	2	1	2	8	Sedang

Penilaian Kerentanan Banjir

Topografi

Seperti terlihat pada Gambar 7, ketiga kecamatan ini didominasi oleh dataran rendah yang rentan terhadap bahaya banjir.



Gambar 7. Topografi kota Kupang

Kepadatan Penduduk

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur (2024), Kota Lama memiliki kepadatan penduduk tertinggi sebesar 10,784.16 jiwa/km², Kota Raja sebesar 9,364.1 jiwa/km² dan Kelapa Lima sebesar 5,024.5 jiwa/km².

Pusat layanan tingkat /provinsi

Kelapa Lima merupakan pusat beberapa Universitas Negeri dan Swasta seperti Universitas Nusa Cendana, Politeknik Negeri Kupang, Politeknik Negeri Pertanian Kupang, Universitas Kristen Artha Wacana Kupang, Institut Teknologi Alex Funay, serta beberapa layanan pemerintah tingkat provinsi seperti Bandar Udara El Tari, pusat perhotelan bintang seperti Aston, Swiss-Bell, On the Rock maupun pusat perbelanjaan lainnya. Kota Lama juga merupakan pusat beberapa sekolah di kota Kupang, Rumah Sakit Umum Daerah kota Kupang SK Lerik, pusat pelayanan kota Kupang seperti pusat pelayanan satu pintu, pusat perhotelan seperti Beer & Barrel, Kristal, serta pusat perbelanjaan lainnya. Kota Raja merupakan pusat perbelanjaan tertua di provinsi NTT, pusat Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi NTT WZ Johannes, RS Wirasakti, RS Universitas Nusa Cendana, Polda NTT, Dinas Pendidikan dan Kebudayaan NTT, Kantor Gubernur NTT, dan pusat layanan provinsi lainnya.

Penilaian tingkat kerentanan banjir pada ketiga kecamatan rawan banjir terangkum pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Penilaian tingkat kerentanan banjir di kota Kupang

Kecamatan Rentan Banjir	Variabel Kerentanan Banjir			Nilai Total	Tingkat Kerentanan Banjir
	Topografi	Kepadatan Penduduk	Pusat layanan tingkat kota/provinsi		
Kelapa Lima	3	2	3	8	Tinggi
Kota Lama	3	3	2	8	Tinggi
Kota Raja	3	3	3	9	Tinggi

Kemungkinan banjir

Kedua penilaian tingkat bahaya dan tingkat kerentanan banjir di kota Kupang dibuat keterkaitan dalam bentuk matriks seperti yang terlihat dalam tabel berikut. Ketiga kecamatan ini berada pada kemungkinan tinggi terjadinya banjir baik itu fluvial, pluvial, rob maupun *groundwater flood*.

Tabel 6. Matriks kemungkinan banjir di kota Kupang

Kerentanan	Tinggi	Kota Raja	Kelapa Lima, Kota Lama
------------	--------	-----------	------------------------

	Sedang			
	Rendah			
Kemungkinan Banjir	Rendah	Sedang	Tinggi	
	Bahaya			

Penilaian konsekuensi banjir

Jumlah penduduk

Mengacu pada data Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur (2024), Kelapa Lima memiliki jumlah penduduk tertinggi sebanyak 75,468 jiwa; Kota Raja sebanyak 57,121 jiwa serta Kota Lama sebanyak 34,725 jiwa.

Jumlah rumah makan/restoran

Jumlah rumah makan menunjukkan konsekuensi ekonomi yang dihadapi ketika terjadi banjir pada kecamatan yang ditinjau. Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur (2024) mempublikasikan data rumah makan per kecamatan di kota Kupang dimana terdapat 256 rumah makan di Kelapa Lima, 73 rumah makan di Kota Raja dan 73 rumah makan di Kota Lama.

Fasilitas listrik

Fasilitas listrik pada ketiga kecamatan ini berada di atas 20,000 fasilitas, dimana Kota Lama memiliki fasilitas terbanyak sebesar 25,947 fasilitas listrik, Kelapa Lima dengan 23,454 fasilitas listrik dan Kota Raja 22,663 fasilitas listrik (Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur, 2024).

Fasilitas Pendidikan

Fasilitas pendidikan tertinggi dimiliki oleh Kelapa Lima sebanyak 21 fasilitas pendidikan, 19 oleh Kota Raja dan 14 oleh Kota Lama (Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Timur, 2024). Penilaian tingkat konsekuensi banjir pada ketiga kecamatan rawan banjir terangkum pada tabel di bawah ini.

Tabel 7. Penilaian tingkat konsekuensi banjir di kota Kupang

Kecamatan Rentan Banjir	Variabel Konsekuensi Banjir				Nilai Total	Tingkat Konsekuensi Banjir
	Jumlah penduduk (jiwa)	Jumlah rumah makan/restoran	Fasilitas listrik	Fasilitas pendidikan		
Kelapa Lima	3	3	2	3	11	Tinggi
Kota Lama	1	2	3	2	8	Sedang
Kota Raja	2	2	2	3	9	Sedang

Risiko banjir

Penilaian tingkat kemungkinan dan konsekuensi banjir di kota Kupang dibuat keterkaitan dalam bentuk matriks seperti yang terlihat dalam tabel berikut.

Tabel 8. Risiko Banjir

Kemungkinan	Tinggi		Kota Lama, Kota Raja	Kelapa Lima
	Sedang			
	Rendah			
Risiko Banjir		Rendah	Sedang	Tinggi
		Konsekuensi		

Strategi Mitigasi Banjir

Adapun strategi banjir yang disusun di bawah ini dilakukan berdasarkan hasil penilaian risiko atas konsekuensi tertinggi yang dialami oleh ketiga kecamatan rawan banjir di kota Kupang. Arahan mitigasi disusun melalui dua pendekatan utama, yaitu mitigasi struktural dan mitigasi non-struktural yang bertujuan untuk mengurangi dampak sosial maupun ekonomi akibat banjir pada ketiga kecamatan rawan banjir di kota Kupang. Pendekatan terpadu antara kedua mitigasi struktural dan non-struktural ini sangat penting untuk menciptakan solusi jangka panjang yang aman dan tangguh terhadap banjir.

Tabel 9. Strategi Mitigasi Banjir

Tingkat Risiko	Kecamatan	Konsekuensi	Arahan Mitigasi		Dampak yang ditargetkan
			Struktural	Nonstruktural	
Tinggi	Kelapa Lima	Konsekuensi sosial: Jumlah penduduk yang tinggi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pembangunan dan pemeliharaan drainase yang memastikan bahwa kapasitas saluran mampu menampung air hujan; serta melakukan pembersihan. Saluran secara rutin dari sampah maupun tumbuhan liar untuk mencegah penyumbatan. 2. Pembuatan kolam retensi atau waduk untuk mengurangi debit aliran ke permukiman. 3. Penguatan tanggul atau dinding penahan banjir untuk mencegah air meluap ke permukiman penduduk. 4. Rehabilitasiekosistem alami untuk membantu menyerap air 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Edukasi dan Sosialisasi terkait kesiapsiagaan menghadapi banjir seperti cara evakuasi, asuransi bencana dan pengelolaan risiko banjir. 2. Penguatan aturan KDB dan GSB. 3. Peningkatan Sistem Peringatan Dini berbasis teknologi. 4. Kebijakan Relokasi. 5. Penguatan Kelembagaan dengan membentuk tim tanggap darurat banjir yang terkoordinasi dengan baik dan melibatkan pemangku kepentingan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengurangi jumlah korban jiwa dan kerugian material akibat banjir. 2. Meminimalkan gangguan sosial seperti kehilangan tempat tinggal dan mata pencaharian. 3. Meningkatkan kesadaran dan kapasitas masyarakat dalam menghadapi risiko banjir. 4. Meningkatkan kualitas hidup penduduk di kecamatan rentan banjir dengan mengurangi kekhawatiran akan bencana.
		Konsekuensi sosial: Fasilitas listrik terdampak.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pembangunan saluran drainase yang memadai sekitar fasilitas listrik sehingga air hujan mengalir dengan cepat dan tidak menggenang. 2. Peninggian lokasi gardu listrik atau penggunaan platform beton untuk melindunginya dari genangan air. 3. Penggunaan material tahan air pada infrastruktur Listrik. 4. Pemasangan peralatan pemutus listrik otomatis untuk mencegah korsleting dan bahaya keselamatan. 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Edukasi dan Sosialisasi kepada Masyarakat terkait bahaya listrik selama banjir. 7. Protokol Darurat dan Pemulihan Cepat termasuk koordinasi dengan tim teknis dan Masyarakat. 8. Peningkatan Sistem Peringatan Dini dengan tindakan pencegahan di fasilitas listrik seperti penonaktifan aliran listrik di area terdampak sebelum banjir 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Menjaga keberlanjutan pelayanan publik khususnya bagi aktivitas masyarakat yang sangat bergantung pada pasokan listrik seperti sekolah, rumah sakit, dan bisnis. 6. Meningkatkan keselamatan warga dari risiko korsleting dan bahaya listrik selama banjir. 7. Mengurangi gangguan sosial-ekonomi

				<p>mencapai tingkat kritis.</p> <p>9. Pemantauan berkala untuk memastikan kesiapan menghadapi potensi bencana.</p>	<p>seperti terganggunya komunikasi, akses informasi dan layanan penting lainnya akibat pemadaman Listrik.</p>
		<p>Konsekuensi sosial: Fasilitas pendidikan terdampak.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pembuatan dan perbaikan drainase yang memadai di sekitar fasilitas Pendidikan. 2. Peninggian bangunan fasilitas pendidikan baik itu elevasi bangunan sekolah atau ruang kelas. 3. Penguatan struktur bangunan menggunakan material tahan air untuk dinding, lantai dan bagian bangunan lainnya yang rentan terhadap kerusakan akibat air. 4. Pembangunan kolam retensi atau area resapan air. 	<ol style="list-style-type: none"> 10. Peningkatan Kesiapsiagaan dan Pelatihan kepada siswa, guru dan staff sekolah terkait langkah-langkah menghadapi banjir. 11. Pengembangan Kurikulum Kebencanaan untuk meningkatkan kesadaran siswa sejak dini. 12. Asuransi Banjir untuk Fasilitas Pendidikan untuk menutupi biaya perbaikan dan penggantian aset yang rusak akibat banjir. 13. Sistem Peringatan Dini dan Protokol Darurat di sekitar sekolah serta menyusun prosedur evakuasi yang jelas dan terlatih bagi siswa dan staff. 14. Penggunaan Teknologi untuk Pembelajaran Jarak Jauh. 	<ol style="list-style-type: none"> 8. Mengurangi gangguan aktivitas pendidikan yang memastikan kegiatan belajar mengajar tetap dapat berlangsung meskipun banjir. 9. Menjaga keamanan dan kesejahteraan siswa saat banjir terjadi. 10. Mengurangi beban ekonomi pada orang tua dalam hal kerusakan pada fasilitas sekolah tidak dibebankan pada orangtua. 11. Meningkatkan kesadaran dan ketangguhan komunitas sekolah dengan membangun budaya kesiapsiagaan terhadap bencana dalam lingkungan sekolah dan masyarakat sekitar.
		<p>Konsekuensi ekonomi: Jumlah rumah makan/restoran terdampak.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan sistem drainase lokal di sekitar kawasan bisnis seperti pelebaran saluran, pemasangan pompa air maupun pembuatan saluran 	<ol style="list-style-type: none"> 15. Pelatihan Manajemen Risiko Bencana kepada pemilik dan karyawan rumah makan. 16. Asuransi Risiko Banjir untuk 	<ol style="list-style-type: none"> 12. Mengurangi kerugian finansial. 13. Meningkatkan daya tahan usaha.

			<p>buangan yang efisien</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Perbaiki dinding penahan banjir lokal untuk mengurangi risiko masuknya air ke area usaha. 3. Perbaiki infrastruktur jalan dan akses sehingga akses konsumen dan distribusi bahan makanan tidak terganggu meski terjadi hujan lebat. 4. Pemasangan sistem polder atau kolam retensi di wilayah strategis untuk mencegah limpasan air menuju area komersial. 	<p>melindungi asset.</p> <ol style="list-style-type: none"> 17. Diversifikasi Model Usaha dengan mengembangkan layanan online untuk mengurangi ketergantungan pada lokasi fisik saat banjir. 18. Penyediaan Dana atau Bantuan Pasca-Bencana untuk mempercepat pemulihan ekonomi mereka. 19. Peringatan dini banjir sehingga pemilik usaha dapat mempersiapkan langkah antisipasi terhadap banjir. 20. Penguatan aturan terkait pemasangan grease-trap untuk mengurangi risiko sedimentasi akibat lemak makanan pada saluran drainase. 	<ol style="list-style-type: none"> 14. Menjaga stabilitas ekonomi local. 15. Meningkatkan kepercayaan pelanggan.
Tinggi.	Kota Lama.	Konsekuensi sosial: Fasilitas listrik terdampak	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pembangunan saluran drainase yang memadai sekitar fasilitas listrik sehingga air hujan mengalir dengan cepat dan tidak menggenangi. 2. Peninggian lokasi gardu listrik atau penggunaan platform beton untuk melindunginya dari genangan air. 3. Penggunaan material tahan air pada infrastruktur Listrik. 4. Pemasangan peralatan pemutus 	<ol style="list-style-type: none"> 21. Edukasi dan Sosialisasi kepada Masyarakat terkait bahaya listrik selama banjir. 22. Protokol Darurat dan Pemulihan Cepat termasuk koordinasi dengan tim teknis dan Masyarakat. 23. Peningkatan Sistem Peringatan Dini dengan tindakan pencegahan di fasilitas listrik seperti 	<ol style="list-style-type: none"> 16. Menjaga keberlanjutan pelayanan publik khususnya bagi aktivitas masyarakat yang sangat bergantung pada pasokan listrik seperti sekolah, rumah sakit, dan bisnis. 17. Meningkatkan keselamatan warga dari risiko korsleting dan bahaya listrik selama banjir.

			listrik otomatis untuk mencegah korsleting dan bahaya keselamatan.	penonaktifan aliran listrik di area terdampak sebelum banjir mencapai tingkat kritis. 24. Pemantauan berkala untuk memastikan kesiapan menghadapi potensi bencana.	18. Mengurangi gangguan sosial-ekonomi seperti terganggunya komunikasi, akses informasi dan layanan penting lainnya akibat pemadaman Listrik.
		Konsekuensi sosial: Fasilitas pendidikan terdampak	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pembuatan dan perbaikan drainase yang memadai di sekitar fasilitas Pendidikan. 2. Peninggian bangunan fasilitas pendidikan baik itu elevasi bangunan sekolah atau ruang kelas. 3. Penguatan struktur bangunan menggunakan material tahan air untuk dinding, lantai dan bagian bangunan lainnya yang rentan terhadap kerusakan akibat air. 4. Pembangunan kolam retensi atau area resapan air. 	<ol style="list-style-type: none"> 25. Peningkatan Kesiapsiagaan dan Pelatihan kepada siswa, guru dan staff sekolah terkait langkah-langkah menghadapi banjir. 26. Pengembangan Kurikulum Kebencanaan untuk meningkatkan kesadaran siswa sejak dini. 27. Asuransi Banjir untuk Fasilitas Pendidikan untuk menutupi biaya perbaikan dan penggantian aset yang rusak akibat banjir. 28. Sistem Peringatan Dini dan Protokol Darurat di sekitar sekolah serta menyusun prosedur evakuasi yang jelas dan terlatih bagi siswa dan staff. 29. Penggunaan Teknologi untuk Pembelajaran Jarak Jauh. 	<ol style="list-style-type: none"> 19. Mengurangi gangguan aktivitas pendidikan yang memastikan kegiatan belajar mengajar tetap dapat berlangsung meskipun banjir. 20. Menjaga keamanan dan kesejahteraan siswa saat banjir terjadi. 21. Mengurangi beban ekonomi pada orang tua dalam hal kerusakan pada fasilitas sekolah tidak dibebankan pada orangtua. 22. Meningkatkan kesadaran dan ketangguhan komunitas sekolah dengan membangun budaya kesiapsiagaan terhadap bencana dalam lingkungan sekolah dan masyarakat sekitar.
Tinggi	Kota Raja	Konsekuensi sosial: Fasilitas listrik terdampak	1. Pembangunan saluran drainase yang memadai sekitar fasilitas listrik	30. Edukasi dan Sosialisasi kepada Masyarakat	23. Menjaga keberlanjutan pelayanan publik

			<p>sehingga air hujan mengalir dengan cepat dan tidak menggenang.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Peninggian lokasi gardu listrik atau penggunaan platform beton untuk melindunginya dari genangan air. 3. Penggunaan material tahan air pada infrastruktur Listrik. 4. Pemasangan peralatan pemutus listrik otomatis untuk mencegah korsleting dan bahaya keselamatan. 	<p>terkait bahaya listrik selama banjir.</p> <ol style="list-style-type: none"> 31. Protokol Darurat dan Pemulihan Cepat termasuk koordinasi dengan tim teknis dan Masyarakat. 32. Peningkatan Sistem Peringatan Dini dengan tindakan pencegahan di fasilitas listrik seperti penonaktifan aliran listrik di area terdampak sebelum banjir mencapai tingkat kritis. 33. Pemantauan berkala untuk memastikan kesiapan menghadapi potensi bencana. 	<p>khususnya bagi aktivitas masyarakat yang sangat bergantung pada pasokan listrik seperti sekolah, rumah sakit, dan bisnis.</p> <ol style="list-style-type: none"> 24. Meningkatkan keselamatan warga dari risiko korsleting dan bahaya listrik selama banjir. 25. Mengurangi gangguan sosial-ekonomi seperti terganggunya komunikasi, akses informasi dan layanan penting lainnya akibat pemadaman Listrik.
		<p>Konsekuensi sosial: Fasilitas pendidikan terdampak</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pembuatan dan perbaikan drainase yang memadai di sekitar fasilitas Pendidikan. 2. Peninggian bangunan fasilitas pendidikan baik itu elevasi bangunan sekolah atau ruang kelas. 3. Penguatan struktur bangunan menggunakan material tahan air untuk dinding, lantai dan bagian bangunan lainnya yang rentan terhadap kerusakan akibat air. 4. Pembangunan kolam retensi atau area resapan air. 	<ol style="list-style-type: none"> 34. Peningkatan Kesiapsiagaan dan Pelatihan kepada siswa, guru dan staff sekolah terkait langkah-langkah menghadapi banjir. 35. Pengembangan Kurikulum Kebencanaan untuk meningkatkan kesadaran siswa sejak dini. 36. Asuransi Banjir untuk Fasilitas Pendidikan untuk menutupi biaya perbaikan dan penggantian aset yang rusak akibat banjir. 37. Sistem Peringatan Dini dan Protokol Darurat di sekitar sekolah 	<ol style="list-style-type: none"> 26. Mengurangi gangguan aktivitas pendidikan yang memastikan kegiatan belajar mengajar tetap dapat berlangsung meskipun banjir. 27. Menjaga keamanan dan kesejahteraan siswa saat banjir terjadi. 28. Mengurangi beban ekonomi pada orang tua dalam hal kerusakan pada fasilitas sekolah tidak dibebankan pada orangtua. 29. Meningkatkan kesadaran dan

				serta menyusun prosedur evakuasi yang jelas dan terlatih bagi siswa dan staff. 38. Penggunaan Teknologi untuk Pembelajaran Jarak Jauh.	ketangguhan komunitas sekolah dengan membangun budaya kesiapsiagaan terhadap bencana dalam lingkungan sekolah dan masyarakat sekitar.
--	--	--	--	---	---

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis terhadap berbagai dimensi risiko banjir, ditemukan bahwa Kecamatan Kelapa Lima dan Kota Lama memiliki tingkat bahaya yang tinggi dari jenis banjir fluvial, pluvial, rob, dan groundwater flooding, sementara Kecamatan Kota Raja berada pada tingkat bahaya sedang. Ketiga kecamatan tersebut menunjukkan tingkat kerentanan yang tinggi terhadap banjir, dilihat dari variabel topografi, kepadatan penduduk, dan keberadaan pusat layanan kota/provinsi. Penilaian tingkat kemungkinan banjir yang merupakan hasil interaksi antara bahaya dan kerentanan menunjukkan bahwa semua kecamatan memiliki kemungkinan tinggi terjadinya banjir. Dari sisi konsekuensi, Kecamatan Kelapa Lima menempati posisi paling rentan dengan konsekuensi sosial dan ekonomi tertinggi, sedangkan Kota Lama dan Kota Raja berada pada tingkat konsekuensi sedang. Secara keseluruhan, penilaian tingkat risiko banjir yang memperhitungkan kemungkinan dan konsekuensi menunjukkan bahwa ketiga kecamatan tergolong dalam kategori risiko tinggi.

Dalam menghadapi kondisi tersebut, strategi mitigasi dibagi menjadi dua pendekatan utama. Mitigasi struktural meliputi perbaikan dan peningkatan kapasitas drainase, pembangunan kolam retensi dan tanggul, serta penggunaan material bangunan yang tahan air. Sementara itu, mitigasi non-struktural berfokus pada penguatan aspek kelembagaan dan sosial seperti edukasi masyarakat, pelatihan kesiapsiagaan, peningkatan sistem peringatan dini, penyusunan protokol darurat, serta pemberian asuransi dan bantuan pasca-bencana. Pendekatan terpadu antara mitigasi struktural dan non-struktural ini diharapkan dapat secara efektif mengurangi dampak banjir dan meningkatkan ketahanan masyarakat di Kota Kupang.

Daftar Pustaka

- [1] A.Taryana, M. R.Elmahmudi, And..., "Analisis Kesiapsiagaan Bencana Banjir Di Jakarta," *Jane-Jurnal Adm. ...*, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.unpad.ac.id/jane/article/view/37997>
- [2] H.Rakuasa, J. K.Helwend, And..., "Pemetaan Daerah Rawan Banjir Di Kota Ambon Menggunakan Sistem Informasi Geografis," *J. Geogr. Media ...*, 2022, [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/nju/jg/article/view/34240>
- [3] F. I.Muhammad Andy. M. A.Aziz, "Implementasi Kebijakan Dalam Mitigasi Bencana Banjir Di Desa Dayeuhkolot," *Kebijak. J. Ilmu Adm.*, 2020, [Online]. Available: <https://journal.unpas.ac.id/index.php/kebijakan/article/view/2235>
- [4] L.Qurrotaini, A. A.Putri, A.Susanto, And..., "Edukasi Tanggap Bencana Melalui Sosialisasi Kebencanaan Sebagai Pengetahuan Anak Terhadap Mitigasi Bencana Banjir," *An-Nas J. ...*, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/an-nas/article/view/11151>
- [5] A. U.Priantoro, H. K.Rahmat, A.Prihantoro, And..., "Peningkatan Pemahaman Ancaman Bencana Di Kabupaten Subang Pada Saka Sar Kabupaten Subang Melalui Edukasi Mitigasi Bencana," *J. Relawan Dan ...*, 2024, [Online]. Available: <http://jurnalrelawan.id/index.php/jri/article/view/25>
- [6] R.Afrian Andz. R.Islami, "Peningkatan Potensi Mitigasi Bencana Dengan Penguatan Kemampuan Literasi Kebencanaan Pada Masyarakat Kota Langsa," *J. Pendidik. Geogr. Kajian, Teor. Dan ...*, 2024, [Online]. Available: <https://citeus.um.ac.id/jpg/vol24/iss2/6/>
- [7] I. M.Faiza Andw.Andriani, "Tinjauan Pustaka Sistematis: Penerapan Metode Machine Learning Untuk Deteksi Bencana Banjir," *J. Minfo Polgan*, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.polgan.ac.id/index.php/jmp/article/view/11657>
- [8] S.Nurillah, D.Maulana, Andb.Hasanah, "Manajemen Mitigasi Penanggulangan Bencana Banjir Oleh

- Badan Penanggulangan Bencana Daerah (Bpbd) Kota Cilegon Di Kecamatan Ciwandan,” *Jdkp Jurnal Desentralisasi Dan ...* Academia.Edu, 2022. [Online]. Available: <https://www.academia.edu/download/90417186/2002.pdf>
- [9] A.Haris, S.Tahir, M.Nurjaya, And..., “Analisis Bibliometrik Tentang Mitigasi Bencana Dan Pembangunan Berkelanjutan: Inisisasi Kebijakan Untuk Indonesia,” *J. Pemerintah. ...*, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.uigm.ac.id/index.php/pdp/article/view/3394>
- [10] T. P. E.Pratama, W. P.Prihadita, And..., “Analisis Index Overlay Untuk Pemetaan Kawasan Berpotensi Banjir Di Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan,” *J. Geosains Dan ...*, 2020, [Online]. Available: <https://jgrs.eng.unila.ac.id/index.php/geo/article/view/26>
- [11] U. A.Sari, H. L.Yasri, And..., “Sosialisasi Mitigasi Bencana Banjir Melalui Pendidikan Kebencanaan Berbasis Kearifan Lokal,” *Jmm (Jurnal ...*, 2020, [Online]. Available: <http://repository.uin-malang.ac.id/6686/>
- [12] I.Djamaluddin, S. H.Aly, I. R.Rahim, A.Zubair, And..., “Pengelolaan Drainase Kota Sebagai Upaya Mitigasi Banjir Kota Makassar,” *J. Tepat ...*, 2020, [Online]. Available: https://eng.unhas.ac.id/tepat/index.php/jurnal_tepat/article/view/145
- [13] A. D.Oktaviani, F. A.Putri, N. T. M.Pratiwi, And..., “Pemberdayaan Masyarakat Melalui Program Desa Tangguh Bencana (Destana) Sebagai Upaya Mitigasi Banjir Rob Di Kabupaten Cirebon,” *J. Pus. Inov. ...*, 2020, [Online]. Available: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/pim/article/view/31291>
- [14] A. L.Hasna Anda.Darumurti, “Collaborative Governance Dalam Mitigasi Bencana Banjir Rob Di Kota Pekalongan,” *Jisip Unja (Jurnal ...*, 2023, [Online]. Available: <https://mail.online-journal.unja.ac.id/jisip/article/view/24210>
- [15] N. T. P.Sihaloho, “Collaborative Governance Dalam Penanggulangan Banjir Di Kota Medan,” *Jurnal Ilmiah Muqoddimah: Jurnal Ilmu Sosial ...* Scholar.Archive.Org, 2022. [Online]. Available: <https://scholar.archive.org/work/ionhbdxf55htfm5r6bwwnip7b4/access/wayback/http://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/muqoddimah/article/download/3010/pdf>
- [16] N.Try, F.Manalu, T.Rustini, And..., “Pembelajaran Mitigasi Bencana Banjir Terhadap Siswa Sekolah Dasar,” *Didakt. J. ...*, 2022, [Online]. Available: <http://journal.stkipsubang.ac.id/index.php/didaktik/article/view/270>
- [17] S.Syarifuddin, U.Umar, S.Sukrin, I.Ihlah, And..., “Strategi Muhammadiyah Disaster Manajement Center (Mdmc) Dalam Penanggulangan Bencana Banjir Kabupaten Bima Pada Bulan April Tahun 2021,” *Bima Abdi J. ...*, 2022, [Online]. Available: <http://bimaberilmu.com/jurnal/index.php/ba-jpm/article/view/120>
- [18] M.Ali, S. A.Ekawati, A.Akil, M.Arifin, I.Ihsan, And..., “Sosialisasi Mitigasi Bencana Banjir Dengan Melibatkan Peran Serta Masyarakat Di Pesisir Danau Tempe Kabupaten Wajo,” *J. Tepat ...*, 2023, [Online]. Available: https://eng.unhas.ac.id/tepat/index.php/jurnal_tepat/article/view/294
- [19] M.Shofwan, A. R.Nugroho, Y.Prasakti, And..., “Mitigasi Bencana Pada Masyarakat Tradisional Kampung Air Kelurahan Mantuil Kota Banjarmasin,” *Jurnal Geografika ...* Academia.Edu, 2021. [Online]. Available: <https://www.academia.edu/download/116547834/Pdf.pdf>
- [20] D.Arisanty, K. P.Hasuti, H. P. N.Putro, And..., “Mitigasi Banjir Berbasis Masyarakat Pada Desa Rawan Banjir Di Kabupaten Barito Kuala,” *Jpg (Jurnal ...*, 2022, [Online]. Available: <https://ppjp.ulm.ac.id/jurnal/index.php/jpg/article/view/12604>
- [21] F.Fitri, N. H.Anggarasari, Andm.Lubis, “Pengembangan Multimedia Interaktif Games Berbasis Microsoft Powerpoint Sebagai Pengetahuan Mitigasi Bencana Banjir Pada Anak Usia 5-6 Tahun,” *J. Paud Agapedia*, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.upi.edu/index.php/agapedia/article/view/71675>
- [22] S. B.Soeryamasoeka, D.Gunarto, And..., “Strategi Pengendalian Banjir Terpadu Di Sub Das Melawi Kalimantan Barat,” *Jurnal Rekayasa ...* Researchgate.Net, 2023. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Fiqih-Rahmanto/publication/375592912_Integrated_Flood_Control_Strategies_In_The_Melawi_Sub_Watershed_Of_West_Kalimantan/links/6550e70ece88b87031e1f447/Integrated-Flood-Control-Strategies-In-The-Melawi-Sub-Watershed-Of-West-Kalimantan.pdf
- [23] M.Arifin, A. R.Rasyid, A.Yudono, S.Wunas, And..., “Konsep Penanganan Bencana Banjir Pada Perumahan Perumnas Manggala Kota Makassar,” *J. Tepat ...*, 2021, [Online]. Available: https://eng.unhas.ac.id/tepat/index.php/jurnal_tepat/article/view/196
- [24] A.Hadi, D.Wahyuni, N.Safitri, N. R.Jannah, And..., “Rehabilitasi Lahan Mangrove Sebagai Strategi Mitigasi Bencana Alam Di Desa Seriwe, Kecamatan Jerowaru, Nusa Tenggara Barat,” *J. Pengabd. ...*, 2022, [Online]. Available: <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jpmipi/article/view/1285>