

Analisis Mitigasi Bencana Banjir Berbasis Pemanfaatan Ruang Berdasarkan Tingkat Kerentanan Bencana di Kecamatan Balikpapan Selatan

Noermaya Suvana-1^{a*}, Srirahardita Pamungkas-2^a, Ariyaningsih-3^a

^aProgram Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Kalimantan
Jl. Soekarno-Hatta KM. 15 Balikpapan Utara, Kota Balikpapan, Indonesia

*Email : 08211057@student.itk.ac.id

Abstrak

Kecamatan Balikpapan Selatan merupakan salah satu wilayah yang tergolong rentan terhadap bencana banjir, dengan luas wilayah mencapai 3.880,96 hektare. Topografi kawasan ini sebagian besar berupa dataran rendah, berada di sekitar aliran sungai, dan terletak di wilayah pesisir, sehingga menjadikannya sangat rawan terhadap banjir. Banjir di wilayah ini berkaitan erat dengan kondisi tata ruang dan lingkungan, seperti sistem drainase yang kurang optimal, terbatasnya infrastruktur mitigasi, minimnya kawasan resapan air, tingginya curah hujan, serta meluapnya sungai yang melintasi kecamatan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi mitigasi banjir berbasis pemanfaatan ruang yang disesuaikan dengan tingkat kerentanan wilayah. Dalam penelitian ini digunakan metode analisis overlay untuk menentukan tingkat kerentanan banjir, serta analisis deskriptif kualitatif dalam merumuskan rekomendasi mitigasi bencana. Hasil analisis menunjukkan bahwa wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi meliputi Kelurahan Damai Bahagia, Damai Baru, Sepinggian, Gunung Bahagia, dan Sungai Nangka. Sementara itu, wilayah yang termasuk dalam kategori kerentanan sedang berada di Kelurahan Sepinggian Raya dan Sepinggian Baru. Mitigasi berbasis pemanfaatan ruang dapat dilakukan melalui pengendalian pemanfaatan lahan sesuai dengan rencana pola ruang, penerapan teknologi biopori atau sumur resapan pada kawasan terbangun, serta pengembangan wilayah dengan proporsi 70% area terbangun dan 30% ruang terbuka hijau.

Kata Kunci : *Mitigasi Bencana, Kerentanan Bencana, Banjir, Pemanfaatan Ruang*

1. Latar Belakang

Pesatnya pertumbuhan kota yang tidak diimbangi dengan tata kelola yang memadai dapat meningkatkan risiko terjadinya bencana alam, seperti banjir di sejumlah wilayah. Hal ini berdampak pada terbatasnya kemampuan dalam penyediaan sarana dan prasarana perkotaan. Terlebih lagi, tingginya laju pertumbuhan penduduk mendorong eksploitasi sumber daya alam secara berlebihan tanpa mempertimbangkan kapasitas dan daya dukung lingkungan [1]. Tingginya intensitas penggunaan ruang di daerah perkotaan sering kali menyebabkan persinggungan antara berbagai kepentingan penggunaan lahan, karena terbatasnya luas lahan yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Situasi ini berpotensi menurunkan kualitas lingkungan dan secara tidak langsung memperbesar peluang terjadinya bencana alam [2].

Banjir termasuk salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia. Kejadian ini umumnya dipicu oleh intensitas curah hujan yang tinggi, yang menyebabkan tingginya volume air permukaan dan tidak tertampung secara maksimal oleh sistem drainase yang ada di suatu daerah [3] dan untuk mengatasi permasalahan banjir, diperlukan upaya penataan ruang yang terarah, dengan menekankan pada pemanfaatan ruang yang tepat serta pengelolaan teknis yang mendukung proses penanganan dan pengendalian banjir secara efektif [4]. Pada wilayah yang memiliki kerentanan tinggi terhadap banjir, arahan pemanfaatan ruang perlu difokuskan pada upaya penanggulangan guna meminimalkan dampak bencana. Penyusunan arahan ini didasarkan pada hasil identifikasi tingkat kerentanan wilayah yang mencakup aspek fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan [5]. Faktor lain yang turut memengaruhi adalah kondisi fisik dasar atau karakteristik geomorfologi suatu wilayah, yang meliputi intensitas curah hujan, tingkat kemiringan lereng, ketinggian wilayah (elevasi), jarak

lokasi terhadap aliran sungai, jenis tanah, serta pola penggunaan lahan di kawasan tersebut [6].

Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Balikpapan Tahun 2012 – 2032 [7], Kecamatan Balikpapan Selatan tergolong sebagai wilayah dengan tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana banjir. Wilayah ini memiliki luas sekitar 3.880,96 hektare dan dihuni oleh kurang lebih 158.320 jiwa. Secara topografis, kawasan ini didominasi oleh dataran rendah dengan ketinggian antara 0 hingga 100 meter di atas permukaan laut, yang menyebabkan wilayah tersebut rawan tergenang air saat musim hujan tiba. Hanya sebagian kecil area yang berupa dataran tinggi, perbukitan, atau lahan miring yang umumnya berada di sekitar sungai dan pesisir. Seperti wilayah lainnya di Indonesia, Kecamatan Balikpapan Selatan beriklim tropis dengan curah hujan yang tinggi sepanjang tahun, yang menjadi salah satu faktor utama penyebab tingginya frekuensi kejadian banjir di daerah ini [8].

Berdasarkan dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Balikpapan Tahun 2012 – 2032, peristiwa banjir di Kecamatan Balikpapan Selatan tidak terbatas pada satu titik atau kelurahan saja, melainkan meluas ke beberapa kelurahan seperti Damai Baru, Damai Bahagia, Sungai Nangka, Sepinggian, dan Gunung Bahagia. Tinggi genangan banjir di wilayah tersebut umumnya berada pada kisaran 10 hingga 30 cm, yang sebagian besar diakibatkan oleh luapan sungai di sekitar kawasan tersebut. Kondisi ini menjadi persoalan utama yang terus berulang setiap kali banjir terjadi. Selain itu, terbatasnya area resapan air turut memperburuk situasi, sehingga penanganan segera menjadi sangat diperlukan. Meskipun beberapa proyek infrastruktur telah dikembangkan untuk mengendalikan banjir, efektivitasnya masih belum optimal. Salah satu contohnya adalah pembangunan infrastruktur pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Ampal yang tetap mengalami genangan saat banjir terjadi [9].

Penelitian yang dilakukan oleh Mutia Azila (2021) juga membahas upaya mitigasi bencana banjir yang berbasis pada pemanfaatan ruang, dengan pendekatan yang didasarkan pada tingkat kerentanan terhadap banjir. Penelitian tersebut mengidentifikasi empat aspek utama dalam analisis kerentanan, yaitu aspek sosial, ekonomi, lingkungan, dan fisik. Informasi mengenai tingkat kerentanan ini dijadikan dasar untuk merumuskan strategi mitigasi yang lebih tepat dan kontekstual, seperti pemetaan wilayah rawan banjir di tingkat kecamatan, pengendalian pemanfaatan lahan, perencanaan sistem peringatan dini yang mencakup jalur evakuasi dan titik pengungsian, serta pengelolaan sistem peringatan dini yang melibatkan peran aktif masyarakat. Seluruh strategi tersebut disesuaikan dengan tingkat kerentanan serta kondisi eksisting penggunaan lahan di kawasan rawan banjir. Pendekatan mitigasi berbasis kerentanan ini diharapkan mampu mengurangi risiko terjadinya banjir. Namun demikian, penelitian tersebut belum secara mendalam mengkaji faktor lain yang juga memiliki pengaruh signifikan, seperti kondisi geomorfologi yang berhubungan dengan tingkat kerawanan banjir. Padahal, pemahaman terhadap karakteristik geomorfologi sangat penting untuk mendukung perencanaan mitigasi bencana yang lebih efektif di masa yang akan datang [10]. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk merumuskan solusi dan langkah-langkah mitigasi yang tepat dalam menangani bencana banjir, melalui analisis terhadap pemetaan wilayah yang tergolong rentan dan rawan banjir di Kecamatan Balikpapan Selatan.

2. Metodologi

2.1. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dua jenis metode pengumpulan data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan melalui observasi lapangan guna mengetahui secara langsung kondisi fisik wilayah yang tergolong rentan terhadap bencana banjir. Kegiatan

observasi ini dilaksanakan dengan mendokumentasikan kondisi aktual di lokasi penelitian, yaitu Kecamatan Balikpapan Selatan, Kota Balikpapan. Selain itu, data primer juga diperoleh melalui wawancara dengan pihak-pihak yang memiliki kewenangan dan keterkaitan langsung, seperti Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Balikpapan, Dinas Pertanahan dan Penataan Ruang (DPPR) Kota Balikpapan, pihak kelurahan di wilayah Kecamatan Balikpapan Selatan, serta tokoh masyarakat yang terdampak banjir. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan melalui studi literatur dan survei kelembagaan yang berasal dari berbagai sumber yang relevan untuk mendukung kebutuhan penelitian.

2.2. Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan dua metode analisis, yaitu analisis *overlay* dan analisis deskriptif kualitatif. Analisis *overlay* diterapkan untuk menilai tingkat kerentanan terhadap bencana banjir di Kecamatan Balikpapan Selatan. Hasil dari analisis ini kemudian menjadi dasar dalam merumuskan rekomendasi mitigasi bencana banjir yang berfokus pada pemanfaatan ruang, sesuai dengan tingkat kerentanan banjir yang telah diidentifikasi di wilayah tersebut.

2.2.1. Menganalisis Tingkat Kerentanan Banjir di Kecamatan Balikpapan Selatan

Dalam penelitian ini, analisis terhadap tingkat kerentanan bencana banjir di kawasan permukiman dilakukan menggunakan metode tumpang tindih (*overlay*). Tahapan analisis mencakup perhitungan tingkat kerentanan yang terbagi ke dalam empat parameter utama, yaitu kerentanan sosial, fisik, ekonomi, dan lingkungan. Masing-masing parameter diberikan bobot yang berbeda berdasarkan besarnya pengaruh terhadap tingkat kerentanan banjir. Selanjutnya, dilakukan pengelompokan atau klasifikasi kelas untuk tiap jenis kerentanan tersebut. Rincian parameter serta bobot dari masing-masing

aspek kerentanan sosial, fisik, ekonomi, dan lingkungan disajikan sebagai berikut.

a. Kerentanan Sosial

Pada aspek kerentanan sosial, terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk menghitung tingkat kerentanan sosial, antara lain kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kelompok usia, dan rasio penyandang disabilitas. Setiap parameter dianalisis melalui metode pembobotan yang didasarkan pada temuan dari penelitian dalam jurnal sebelumnya. Adapun rincian parameter serta bobot masing-masing dalam aspek kerentanan sosial disajikan sebagai berikut.

Tabel 2. Parameter dan Bobot Kerentanan Sosial

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Kepadatan Penduduk	40%	<500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	>1000 jiwa/km ²	Kelas/Nilai Max Kelas
Rasio Kelompok Umur	30%	<20	20-40	>40	
Rasio Jenis Kelamin	15%	<20	20-40	>40	
Rasio Penduduk Cacat	15%	<20	20-40	>40	

Sumber: M. Rizal Pahleviannur [11]

Setelah itu, didapatkan indeks kerentanan pada tiap variabel kerentanan sosial maka dilakukan perhitungan yang didasarkan pada jurnal penelitian sebelumnya dengan persamaan sebagai berikut.

Kerentanan Sosial = $(0,4 \times \text{Skor Kepadatan Penduduk}) + (0,3 \times \text{Skor Jenis Kelamin}) + (0,15 \times \text{Skor Kelompok Umur}) + (0,15 \times \text{Skor Penduduk Cacat})$

b. Kerentanan Fisik

Pada aspek kerentanan fisik, parameter yang digunakan untuk menghitung tingkat kerentanan fisik adalah kepadatan bangunan di wilayah penelitian. Melalui analisis terhadap kepadatan bangunan, dapat diketahui bahwa semakin padat jumlah bangunan yang terdapat di suatu kawasan, maka tingkat kerentanannya terhadap banjir juga semakin tinggi. Kondisi ini terjadi karena semakin terbatasnya lahan yang berfungsi sebagai area resapan air. Parameter dan bobot

dalam aspek kerentanan fisik mengacu pada hasil penelitian sebelumnya disajikan sebagai berikut.

Tabel 3. Parameter dan Bobot Kerentanan Fisik

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Kepadatan Bangunan	100%	<18 Unit/Ha	18-34 Unit/Ha	>34 Unit/Ha	Kelas/Nilai Max Kelas

Sumber: Ristya [12]

Adapun setelah mengetahui bobot dan indeks dari parameter kerentanan fisik yang berupa kepadatan bangunan dapat dilakukan perhitungan indeks kerentanan fisik dengan persamaan rumus sebagai berikut.

Kerentanan Fisik = $(1,0 \times \text{Skor Kepadatan Bangunan})$

c. Kerentanan Ekonomi

Pada aspek kerentanan ekonomi, parameter yang digunakan adalah lahan produktif. Analisis terhadap parameter lahan produktif ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar potensi kerugian ekonomi yang dapat ditimbulkan, dengan mengacu pada nilai ekonomi dari hasil data analisis. Perhitungan kerentanan ekonomi berdasarkan lahan produktif dilakukan dengan metode analisis overlay dan skoring terhadap peta penggunaan lahan, yang diklasifikasikan berdasarkan jenis lahan produktif. Adapun parameter serta pembobotan dari kerentanan ekonomi disusun berdasarkan acuan dari penelitian sebelumnya sebagaimana dijelaskan berikut ini.

Tabel 4. Parameter dan Bobot Kerentanan Ekonomi

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Lahan Produktif	100 %	<100 JT	100-300JT	>300 JT	Kelas/Nilai Max Kelas

Sumber: Ryo Sapoeatra [13]

Setelah mengetahui bobot dan indeks dari parameter kerentanan ekonomi yang berupa lahan produktif dapat dilakukan perhitungan indeks kerentanan ekonomi dengan persamaan rumus sebagai berikut.

Kerentanan Ekonomi = $(1,0 \times \text{Skor Lahan Produktif})$

d. Kerentanan Lingkungan

Pada aspek kerentanan lingkungan, terdapat beberapa parameter yang digunakan, yaitu Semak Belukar, Tegalan, Permukiman, Sawah, dan Badan Air. Penilaian terhadap kerentanan lingkungan ini dilakukan dengan menggunakan metode pembobotan melalui indeks kerentanan lingkungan, di mana masing-masing parameter memiliki nilai yang berbeda. Nilai tersebut diperoleh dari rata-rata hasil pembobotan berdasarkan data tutupan lahan. Adapun penilaian parameter serta bobot dari masing-masing parameter kerentanan lingkungan mengacu pada jurnal penelitian sebelumnya dijelaskan sebagai berikut.

Tabel 5. Parameter dan Bobot Kerentanan Lingkungan

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Semak Belukar	10%	<20 ha	20-50 ha	>50 ha	Kelas/Nilai Max Kelas
Tegalan	20%	<10 ha	10-30 ha	>75 ha	
Permukiman	20%	<10 ha	10-30 ha	>30 ha	
Sawah	20%	<10 ha	10-30 ha	>30 ha	
Badan Air	30%	<10 ha	10-30 ha	>20 ha	

Sumber: Nisa R.R et al., [14]

Parameter kerentanan lingkungan dilakukan dengan penyesuaian kondisi pada beberapa terhadap masing-masing kelas bahaya. Setelah didapatkan hasil dari skor masing-masing parameter maka selanjutnya dapat menentukan perhitungan kerentanan lingkungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

Kerentanan Lingkungan = $(0,1 \times \text{Semak Belukar}) + (0,2 \times \text{Tegalan}) + (0,2 \times \text{Permukiman}) + (0,2 \times \text{Sawah}) + (0,3 \times \text{Badan Air})$

Setelah diketahui dan dilakukannya perhitungan nilai pembobotan dari beberapa indeks kerentanan bencana banjir, maka langkah selanjutnya untuk mengetahui indeks kerentanan bencana banjir dan

besarnya nilai pembobotan total dari tingkat kerentanan bencana banjir tersebut yang diperoleh dari hasil gabungan parameter kerentanan sosial, kerentanan fisik, kerentanan ekonomi, dan kerentanan lingkungan dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

Indeks Kerentanan Bencana Banjir

$(\text{IKS} \times 0,4) + (\text{IKF} \times 0,25) + (\text{IKE} \times 0,25) + (\text{IKL} \times 0,10)$

Dengan keterangan:

IKS = Indeks Kerentanan Sosial

IKF = Indeks Kerentanan Fisik

IKE = Indeks Kerentanan Ekonomi

IKL = Indeks Kerentanan Lingkungan

2.2.2. Merekomendasikan Mitigasi Bencana Banjir Berbasis Pemanfaatan Ruang di Kecamatan Balikpapan Selatan

Rekomendasi mitigasi bencana banjir berbasis pemanfaatan ruang di Kecamatan Balikpapan Selatan, Kota Balikpapan, disusun melalui pendekatan analisis deskriptif kualitatif yang mencakup tiga siklus utama dalam mitigasi bencana, yaitu tahap pencegahan (*prevention*), penanganan (*intervention/response*), dan pemulihan (*recovery*).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Tingkat Kerentanan Bencana Banjir di Kecamatan Balikpapan Selatan

Analisis tingkat kerentanan bencana banjir diperoleh dari hasil perhitungan skor parameter kerentanan banjir yaitu kerentanan sosial, fisik, lingkungan, dan ekonomi. Kemudian, setelah melakukan penentuan kelas kerentanan berdasarkan perhitungan interval skor akhir dari tiap parameter, dihasilkan peta berdasarkan tingkat kerentanan banjir pada tiap parameter di Kecamatan Balikpapan Selatan.

a. Kerentanan Sosial

Aspek kerentanan sosial mencakup beberapa parameter, yaitu tingkat kepadatan penduduk dan keberadaan kelompok rentan yang terdiri dari rasio jenis kelamin, rasio usia, serta rasio penyandang disabilitas. Berdasarkan data dari setiap parameter kerentanan sosial di Kecamatan Balikpapan Selatan, diperoleh nilai indeks kerentanan sosial. Selanjutnya, nilai total kerentanan sosial akan dihitung berdasarkan data tersebut. Proses perhitungan tingkat kerentanan sosial dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

Tabel 5. Nilai Total Kerentanan Sosial di Kecamatan Balikpapan Selatan

Kelurahan	Parameter	Kelas	Bobot	Skor	Nilai Kerentanan
Damai Baru	Kepadatan Penduduk	Tinggi	40%	1,0	0,83
	Rasio Jenis Kelamin	Tinggi	30%	1,0	
	Rasio Kelompok Umur	Sedang	15%	0,6	
	Rasio Penduduk Cacat	Rendah	15%	0,3	
Damai Bahagia	Kepadatan Penduduk	Tinggi	40%	1,0	
	Rasio Jenis Kelamin	Tinggi	30%	1,0	
	Rasio Kelompok Umur	Sedang	15%	0,6	
	Rasio Penduduk Cacat	Rendah	15%	0,3	
Sepinggan Baru	Kepadatan Penduduk	Tinggi	40%	1,0	
	Rasio Jenis Kelamin	Tinggi	30%	1,0	
	Rasio Kelompok Umur	Sedang	15%	0,6	
	Rasio Penduduk Cacat	Rendah	15%	0,3	
Sungai Nangka	Kepadatan Penduduk	Tinggi	40%	1,0	
	Rasio Jenis Kelamin	Tinggi	30%	1,0	
	Rasio Kelompok Umur	Sedang	15%	0,6	
	Rasio Penduduk Cacat	Rendah	15%	0,3	
Sepinggan Raya	Kepadatan Penduduk	Tinggi	40%	1,0	
	Rasio Jenis Kelamin	Tinggi	30%	1,0	
	Rasio Kelompok Umur	Sedang	15%	0,6	
	Rasio Penduduk Cacat	Rendah	15%	0,3	
Gunung Bahagia	Kepadatan Penduduk	Tinggi	40%	1,0	
	Rasio Jenis Kelamin	Tinggi	30%	1,0	
	Rasio Kelompok Umur	Sedang	15%	0,6	
	Rasio Penduduk Cacat	Rendah	15%	0,3	
Sepinggan	Kepadatan Penduduk	Tinggi	40%	1,0	

Balikpapan Selatan	Rasio Jenis Kelamin	Tinggi	30%	1,0
	Rasio Kelompok Umur	Sedang	15%	0,6
	Rasio Penduduk Cacat	Rendah	15%	0,3
	Kepadatan Penduduk	Tinggi	40%	1,0
	Rasio Jenis Kelamin	Tinggi	30%	1,0
	Rasio Kelompok Umur	Sedang	15%	0,6
	Rasio Penduduk Cacat	Rendah	15%	0,3
	Kepadatan Penduduk	Tinggi	40%	1,0
	Rasio Jenis Kelamin	Tinggi	30%	1,0
	Rasio Kelompok Umur	Sedang	15%	0,6

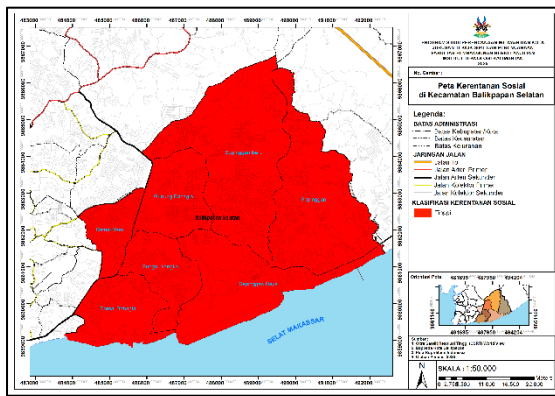
Sumber: Olahan Penulis, 2025

Berdasarkan data tabel diatas terkait kerentanan sosial di Kecamatan Balikpapan Selatan memiliki nilai total kerentanan sosial yaitu 0,83 dengan klasifikasi kelas tingkat tinggi dan dari perhitungan tersebut hampir mendekati nilai 1,0 tersebut dapat disimpulkan bahwa pada Kecamatan Balikpapan Selatan semakin rentan terhadap bencana banjir yang didapatkan dari hasil perhitungan nilai total pada parameter kerentanan sosial dengan rumus perhitungan sebagai berikut.

Kerentanan Sosial = $(0,4 \times \text{Skor Kepadatan Penduduk}) + (0,3 \times \text{Skor Rasio Jenis Kelamin}) + (0,15 \times \text{Skor Rasio Kelompok Umur}) + (0,15 \times \text{Skor Rasio Penduduk Cacat})$

Dalam perhitungan nilai total kerentanan sosial dilakukan dengan menghitung nilai kerentanan sosial satu kecamatan dan tiap kelurahan wilayah penelitian. Berikut merupakan perhitungan nilai total kerentanan sosial pada Kecamatan Balikpapan Selatan.

Kerentanan Sosial = $(0,4 \times 1,0) + (0,3 \times 1,0) + (0,15 \times 0,6) + (0,15 \times 0,3) = 0,4 + 0,3 + 0,09 + 0,04 = \mathbf{0,83}$



Gambar 1. Peta Kerentanan Sosial di Kecamatan Balikpapan Selatan
Sumber: Olahan Penulis, 2025

b. Kerentanan Fisik

Aspek kerentanan fisik mencakup parameter berupa kepadatan bangunan, baik yang difungsikan sebagai hunian maupun fasilitas umum seperti bangunan pelayanan publik. Tingginya jumlah bangunan di suatu wilayah berpotensi meningkatkan kerentanan terhadap bencana banjir karena dapat menimbulkan risiko kerusakan dan kerugian apabila terjadi bencana. Berdasarkan data dari masing-masing parameter kerentanan fisik di Kecamatan Balikpapan Selatan, diperoleh nilai indeks kerentanan fisik sebagai berikut. Selanjutnya, perhitungan nilai total kerentanan fisik akan dilakukan berdasarkan data kepadatan bangunan di wilayah tersebut. Perhitungan kerentanan fisik ini dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

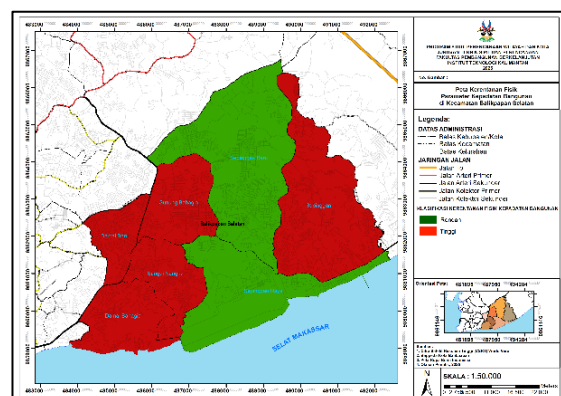
Tabel 6. Nilai Total Kerentanan Fisik di Kecamatan Balikpapan Selatan

Kelurahan	Kepadatan Bangunan (Unit/Ha)	Bobot (%)	Kelas Kepadatan Bangunan	Skor
Damai Baru	13,85	100%	Tinggi	1,000
Damai Bahagia	12,07	100%	Tinggi	1,000
Sepinggan Baru	9,97	100%	Rendah	0,333
Sungai Nangka	15,59	100%	Tinggi	1,000
Sepinggan Raya	6,18	100%	Rendah	0,333
Gunung Bahagia	15,55	100%	Tinggi	1,000
Sepinggan	12,83	100%	Tinggi	1,000
Kecamatan Balikpapan Selatan	11,35	100%	Tinggi	1,000

Sumber: Olahan Penulis, 2025

Jika dilihat dari hasil perhitungan kerentanan fisik pada parameter kepadatan bangunan menghasilkan nilai 1 yang dimana jika hasil perhitungan mendekati angka 1 maka dapat dikatakan bahwa pada wilayah di Kecamatan Balikpapan Selatan tersebut semakin rentan terhadap bencana banjir. kemudian akan dilakukan perhitungan nilai total pada parameter kerentanan fisik. Dalam perhitungan nilai total kerentanan fisik dilakukan dengan menghitung nilai kerentanan fisik satu kecamatan dan tiap kelurahan wilayah penelitian. Berikut merupakan perhitungan nilai total kerentanan fisik pada Kecamatan Balikpapan Selatan.

$$\text{Kerentanan Fisik} = (1,0 \times \text{Skor Kepadatan Bangunan}) = (1,0 \times 1) = 1$$



Gambar 2. Peta Kerentanan Fisik di Kecamatan Balikpapan Selatan
Sumber: Olahan Penulis, 2025

c. Kerentanan Lingkungan

Aspek kerentanan lingkungan di Kecamatan Balikpapan Selatan terdiri dari beberapa elemen, antara lain semak belukar, lahan tegalan, kawasan permukiman, sawah, serta badan air. Setiap elemen tersebut diklasifikasikan ke dalam kelas dan indeks berdasarkan acuan dari jurnal penelitian sebelumnya, dengan tujuan untuk menghitung luas wilayah yang mengalami kerusakan lingkungan dan membandingkannya dengan tingkat kerawanan terhadap bencana banjir. Klasifikasi kerentanan lingkungan ini disusun menggunakan parameter berupa bobot, kelas, dan skor yang ditentukan

berdasarkan tingkat kerusakan lingkungan di Kecamatan Balikpapan Selatan, sebagaimana dijelaskan berikut ini.

Tabel 7. Nilai Total Kerentanan Lingkungan di Kecamatan Balikpapan Selatan

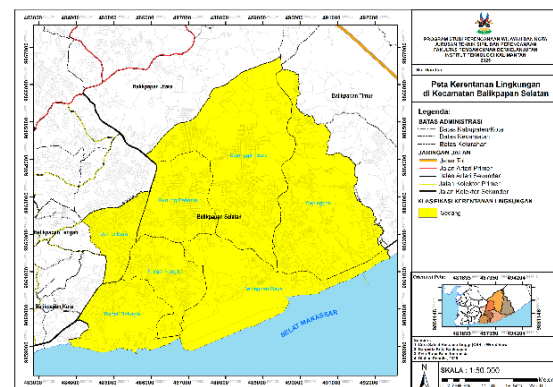
Kelurahan	Parameter	Bobot	Skor	Nilai Kerentanan	Kelas
Damai Baru	Semak Belukar	10%	0,666	0,47	Rendah
	Tegalan	20%	0,333		
	Permukiman	20%	1,000		
	Sawah	20%	0,333		
	Badan Air	30%	0,333		
Damai Bahagia	Semak Belukar	10%	0,666	0,47	Rendah
	Tegalan	20%	0,333		
	Permukiman	20%	1,000		
	Sawah	20%	0,333		
	Badan Air	30%	0,333		
Sepinggian Baru	Semak Belukar	10%	1,000	0,63	Sedang
	Tegalan	20%	0,333		
	Permukiman	20%	1,000		
	Sawah	20%	0,333		
	Badan Air	30%	0,666		
Sungai Nangka	Semak Belukar	10%	0,666	0,47	Rendah
	Tegalan	20%	0,333		
	Permukiman	20%	1,000		
	Sawah	20%	0,333		
	Badan Air	30%	0,333		
Sepinggian Raya	Semak Belukar	10%	1,000	0,51	Sedang
	Tegalan	20%	0,333		
	Permukiman	20%	1,000		
	Sawah	20%	0,333		
	Badan Air	30%	0,333		
Gunung Bahagia	Semak Belukar	10%	0,666	0,47	Rendah
	Tegalan	20%	0,333		
	Permukiman	20%	1,000		
	Sawah	20%	0,333		
	Badan Air	30%	0,333		
Sepinggian	Semak Belukar	10%	1,000	0,51	Sedang
	Tegalan	20%	0,333		
	Permukiman	20%	1,000		
	Sawah	20%	0,333		
	Badan Air	30%	0,333		
Balikpapan Selatan	Semak Belukar	10%	1,000	0,72	Sedang
	Tegalan	20%	0,333		
	Permukiman	20%	1,000		
	Sawah	20%	0,333		
	Badan Air	30%	1,000		

Sumber: Olahan Penulis, 2025

Jika dilihat dari hasil perhitungan kerentanan lingkungan pada parameter semak belukar, tegalan, permukiman, sawah, dan badan air menghasilkan nilai 0,72 yang dapat dikatakan tingkat kerentanan lingkungan bencana banjir di Kecamatan Balikpapan Selatan memiliki tingkat kerentanan sedang dan wilayah tersebut tidak sepenuhnya rentan terhadap bencana banjir. Setelah diketahui hasil data kerentanan lingkungan dari beberapa

parameter yang terdiri dari semak belukar, tegalan, permukiman, sawah, dan badan air maka akan dilakukan perhitungan nilai total kerentanan lingkungan yaitu dengan rumus perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Kerentanan Lingkungan} = (0,1 \times \text{Semak Belukar}) + (0,2 \times \text{Tegalan}) + (0,2 \times \text{Permukiman}) + (0,2 \times \text{Sawah}) + (0,3 \times \text{Badan Air}) \\ = (0,1 \times 1,0) + (0,2 \times 0,3) + (0,2 \times 1,0) + (0,2 \times 0,3) + (0,3 \times 1,0) = 0,1 + 0,06 + 0,2 + 0,06 + 0,3 = \mathbf{0,72}$$



Gambar 3. Peta Kerentanan Lingkungan di Kecamatan Balikpapan Selatan
Sumber: Olahan Penulis, 2025

d. Kerentanan Ekonomi

Kerentanan ekonomi terhadap lahan produktif di Kecamatan Balikpapan Selatan mencakup berbagai jenis penggunaan lahan, seperti perdagangan dan jasa, industri, perkebunan, serta pariwisata. Analisis ini menghasilkan data mengenai total nilai lahan, luas wilayah yang terdampak, dan estimasi nilai kerugian ekonomi. Data tersebut diperoleh melalui proses overlay antara peta lahan produktif dengan peta tingkat kerawanan bencana banjir, serta menggunakan skor atau indeks kelas kerentanan ekonomi di wilayah kajian. Berikut ini disajikan perhitungan nilai total kerentanan ekonomi lahan produktif, yang mencakup nilai kerentanan secara keseluruhan pada tingkat kecamatan maupun masing-masing kelurahan di Kecamatan Balikpapan Selatan.

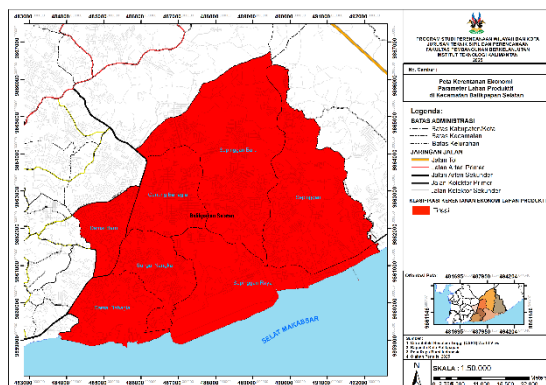
Tabel 8. Nilai Total Kerentanan Ekonomi di Kecamatan Balikpapan Selatan

Kelurahan	Parameter	Kelas	Bobot	Skor	Nilai Kerentanan
Damai Baru	Lahan Produktif	Tinggi	100%	1	1
Damai Bahagia	Lahan Produktif	Tinggi	100%	1	1
Sepinggan Baru	Lahan Produktif	Tinggi	100%	1	1
Sungai Nangka	Lahan Produktif	Tinggi	100%	1	1
Sepinggan Raya	Lahan Produktif	Tinggi	100%	1	1
Gunung Bahagia	Lahan Produktif	Tinggi	100%	1	1
Sepinggan	Lahan Produktif	Tinggi	100%	1	1
Balikpapan Selatan	Lahan Produktif	Tinggi	100%	1	1

Sumber: Olahan Penulis, 2025

Jika dilihat dari hasil perhitungan kerentanan ekonomi pada lahan produktif menghasilkan nilai 1 yang dimana jika hasil perhitungan mendekati angka 1 maka dapat dikatakan bahwa pada wilayah di Kecamatan Balikpapan Selatan tersebut semakin rentan terhadap bencana banjir. Berikut merupakan perhitungan perhitungan nilai total kerentanan ekonomi lahan produktif dengan menghitung nilai kerentanan ekonomi satu kecamatan dan tiap kelurahan wilayah penelitian di Kecamatan Balikpapan Selatan.

Kerentanan Ekonomi = $(1,0 \times \text{Skor Lahan Produktif}) = (1,0 \times 1) = 1$



Gambar 4. Peta Kerentanan Ekonomi di Kecamatan Balikpapan Selatan

Sumber: Olahan Penulis, 2025

Berdasarkan hasil analisis dari perhitungan sejumlah parameter kerentanan terhadap bencana banjir di Kecamatan Balikpapan Selatan, telah diperoleh nilai kerentanan banjir untuk masing-masing kelurahan. Selanjutnya,

dilakukan penghitungan nilai kerentanan banjir secara menyeluruh yang merupakan gabungan dari empat aspek utama, yaitu kerentanan ekonomi, sosial, fisik, dan lingkungan, dengan menggunakan rumus perhitungan tertentu sebagai dasar analisisnya.

Indeks Kerentanan Bencana Banjir

$(\text{IKS} \times 0,4) + (\text{IKF} \times 0,25) + (\text{IKE} \times 0,25) + (\text{IKL} \times 0,10)$

Dengan keterangan:

IKS = Indeks Kerentanan Sosial

IKF = Indeks Kerentanan Fisik

IKE = Indeks Kerentanan Ekonomi

IKL = Indeks Kerentanan Lingkungan

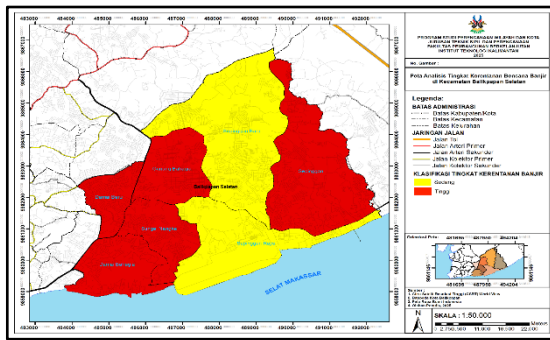
Adapun hasil perhitungan kerentanan total bencana banjir di Kecamatan Balikpapan Selatan yaitu sebagai berikut.

Tabel 9. Nilai Kerentanan Total Bencana Banjir di Kecamatan Balikpapan Selatan

Kelurahan	Indeks Kerentanan Total	Tingkat Kelas Kerentanan Banjir
Damai Baru	0,87	Tinggi
Damai Bahagia	0,87	Tinggi
Sepinggan Baru	0,72	Sedang
Sungai Nangka	0,87	Tinggi
Sepinggan Raya	0,70	Sedang
Gunung Bahagia	0,87	Tinggi
Sepinggan	0,88	Tinggi
Balikpapan Selatan	0,90	Tinggi

Sumber: Olahan Penulis, 2025

Berdasarkan hasil nilai kerentanan total dan tingkat kelas kerentanan bencana banjir pada tiap kelurahan di Kecamatan Balikpapan Selatan yaitu diklasifikasikan kedalam dua tingkat kelas kerentanan bencana banjir yaitu tingkat kerentanan tinggi dan tingkat kerentanan sedang yang berada di Kecamatan Balikpapan Selatan. Adapun hasil peta kerentanan bencana banjir di Kecamatan Balikpapan Selatan sebagai berikut.



Gambar 5. Peta Tingkat Kerentanan Bencana Banjir di Kecamatan Balikpapan Selatan

Sumber: Olahan Penulis, 2025

3.2. Merekomendasikan mitigasi bencana banjir berbasis pemanfaatan ruang di Kecamatan Balikpapan Selatan

Upaya mitigasi bencana banjir yang berbasis pada pemanfaatan ruang di Kecamatan Balikpapan Selatan dapat diterapkan melalui tiga tahapan utama dalam siklus mitigasi bencana, yaitu pencegahan (prevention), penanganan (intervention), dan pemulihan (recovery). Rangkaian rekomendasi mitigasi banjir yang disajikan berikut ini disusun sebagai langkah strategis untuk meminimalkan risiko serta mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh bencana banjir di wilayah tersebut.

a. Mitigasi Banjir Pencegahan (Prevention)

1. Pengelolaan kawasan permukiman yang rawan banjir di wilayah dataran tinggi dapat dilakukan melalui penerapan peraturan daerah yang mengatur rencana tata ruang wilayah pada area rawan banjir. Pengaturan ini disesuaikan dengan potensi terjadinya banjir, salah satunya melalui penyusunan peta risiko bencana banjir (flood risk map) dan penetapan zona dataran banjir (flood plain zoning) berdasarkan tingkat kerentanan banjir. Langkah ini diharapkan mampu mencegah atau mengarahkan berbagai aktivitas yang berpotensi terjadi di kawasan permukiman tersebut agar lebih adaptif terhadap risiko banjir.

2. bangunan yang telah ada perlu diarahkan untuk menyesuaikan desainnya agar lebih

responsif terhadap risiko banjir. Penyesuaian tersebut dapat dilakukan melalui penerapan pondasi rumah panggung (stilts), penghindaran penggunaan lantai dasar sebagai ruang utama, pemilihan bahan bangunan yang tahan terhadap air dan kelembapan, serta penempatan sistem kelistrikan dan sanitasi yang tetap aman saat terjadi genangan. Arahan ini tidak hanya bersifat teknis dari sisi arsitektur, tetapi juga perlu dituangkan dalam ketentuan teknis pembangunan melalui persyaratan dalam proses perizinan IMB yang mempertimbangkan aspek risiko banjir.

3. Pelaksanaan normalisasi sungai merupakan salah satu bentuk rekayasa teknis yang diperlukan untuk meningkatkan kapasitas aliran sungai, sehingga aliran air dari hulu ke hilir dapat berlangsung lebih optimal. Pendekatan ini bertujuan untuk memperluas daya tampung sungai dalam menghadapi tingginya volume air akibat curah hujan, terutama di kawasan yang belum memiliki infrastruktur penampungan seperti bendungan. Di samping itu, upaya rehabilitasi lingkungan juga menjadi penting melalui kegiatan reboisasi atau penghijauan kembali kawasan hutan yang terdapat di Kecamatan Balikpapan Selatan, termasuk penanaman pohon di area sekitarnya guna memperkuat fungsi lahan sebagai daerah resapan air.

b. Mitigasi Banjir Penanganan (Intervention)

1. Pembangunan infrastruktur pengendali banjir serta penataan kawasan permukiman di wilayah yang rentan banjir perlu dilakukan dengan menyesuaikan kondisi eksisting di lapangan, khususnya yang terdapat di Kecamatan Balikpapan Selatan.

2. Penyediaan sistem peringatan dini meliputi pengadaan ruang jalan sebagai jalur evakuasi, penetapan lokasi pengungsian sementara seperti ruang terbuka publik dan fasilitas umum yang difungsikan sebagai area evakuasi dengan kapasitas memadai dan aksesibilitas yang baik. Selain itu, pengelolaan sistem peringatan dini juga perlu dilakukan dengan

melibatkan partisipasi aktif masyarakat di Kecamatan Balikpapan Selatan.

c. Mitigasi Banjir Pemulihan (*Recovery*)

1. Relokasi bangunan hunian yang berada di sekitar aliran sungai perlu dilakukan karena keberadaan bangunan tersebut menghambat aliran air menuju laut, yang pada akhirnya dapat menyebabkan luapan air sungai dan memicu terjadinya banjir. Namun, pelaksanaan relokasi ini harus mempertimbangkan ketersediaan lokasi yang aman untuk pemukiman baru serta memastikan adanya anggaran yang memadai guna mendukung proses relokasi secara menyeluruh.

2. Upaya pemulihan atau pengembalian fungsi lingkungan di kawasan daerah tangkapan air dilakukan dengan memperbaiki fasilitas resapan air dan ruang terbuka hijau yang rusak akibat bencana banjir. Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk memulihkan peran ekosistem alami sebagai pengendali banjir di wilayah sekitar Kecamatan Balikpapan Selatan.

3. Melakukan evaluasi atau peninjauan kembali terhadap kebijakan penataan ruang bersama pemerintah maupun pihak terkait (*stakeholder*) yang berwenang dalam penanganan bencana banjir di Kota Balikpapan, dengan mengacu pada data serta pengalaman dari kejadian banjir terbaru, guna mengantisipasi potensi bencana serupa di masa yang akan datang.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tersebut didapatkan simpulan sebagai berikut:

a. Pada hasil analisis tingkat kerentanan bencana banjir di Kecamatan Balikpapan Selatan melalui metode *overlay*, scoring, dan pembobotan, diperoleh dua kategori utama tingkat kerentanan banjir yang mendominasi, yaitu kerentanan sedang dan kerentanan tinggi. Penentuan tingkat kerentanan ini mengacu pada indeks dari empat aspek, yakni kerentanan sosial, fisik, ekonomi, dan lingkungan. Dari hasil tersebut, diperoleh nilai kerentanan total untuk masing-masing kelurahan sebagai

berikut: Kelurahan Damai Baru memiliki nilai kerentanan sebesar 0,87 dengan klasifikasi kerentanan tinggi; Kelurahan Damai Bahagia juga memiliki nilai 0,87 dengan tingkat kerentanan tinggi; Kelurahan Sepinggian Baru menunjukkan nilai 0,72 dengan klasifikasi kerentanan sedang; Kelurahan Sungai Nangka memperoleh nilai 0,87 dengan klasifikasi kerentanan tinggi; Kelurahan Sepinggian Raya mencatat nilai 0,70 dengan tingkat kerentanan sedang; Kelurahan Gunung Bahagia memiliki nilai 0,87 dan tergolong tinggi; serta Kelurahan Sepinggian memiliki nilai kerentanan sebesar 0,88 yang juga termasuk dalam kategori tinggi. Secara keseluruhan, nilai rata-rata kerentanan bencana banjir di Kecamatan Balikpapan Selatan mencapai indeks 0,90 yang diklasifikasikan ke dalam tingkat kerentanan banjir tinggi.

b. Adapun beberapa mitigasi bencana banjir berbasis pemanfaatan ruang yang dapat dilakukan dengan pencegahan (*prevention*) yaitu dalam mitigasi bencana banjir pada kawasan dengan kerentanan tinggi dan sedang, dengan mengarahkan pencegahan yang difokuskan pada pembatasan pembangunan di bantaran sungai, relokasi bangunan di zona rawan, peningkatan RTH, serta integrasi ruang publik sebagai sarana evakuasi dan edukasi bencana. Kemudian, beberapa penanganan (*intervention/responses*) dalam mitigasi bencana banjir pada kawasan dengan kerentanan tinggi dan sedang yaitu membutuhkan respons cepat dan terencana, seperti penyediaan jalur evakuasi yang jelas, optimalisasi ruang publik sebagai tempat pengungsian atau shelter, serta pembentukan relawan banjir untuk membantu kelompok rentan. Sistem drainase juga perlu terhubung langsung ke saluran utama kota agar tidak terhambat, dan ruang transportasi harus mendukung distribusi bantuan saat banjir. Serta, pemulihan (*recovery*) yang dapat dilakukan dalam mitigasi bencana banjir pada kawasan dengan kerentanan tinggi dan

sedang yaitu memerlukan langkah strategis, seperti relokasi permukiman di sempadan sungai ke lahan yang lebih aman, perbaikan infrastruktur dasar dengan desain yang lebih tahan banjir, adanya restorasi lingkungan seperti penanaman kembali RTH dan pemulihan daerah resapan dan evaluasi tata kelola ruang juga penting agar pemanfaatan lahan lebih adaptif dan berkelanjutan pasca bencana.

5. Pengakuan

Kami menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Ariyaningsih dan Ibu Srirahadita Pamungkas selaku dosen pembimbing, atas segala bimbingan, dukungan, serta kontribusi yang telah diberikan selama proses penyusunan hingga selesainya penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh pihak terkait, khususnya Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Balikpapan, Dinas Pertanahan dan Penataan Ruang Kota Balikpapan, serta masyarakat Kecamatan Balikpapan Selatan, yang telah meluangkan waktu dan memberikan bantuan selama proses pelaksanaan studi. Partisipasi dan dukungan mereka sangat berarti dalam memperkaya data dan menunjang keberhasilan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Andi Muh. Azzam Raihan Ramadhani. (2021). Mitigasi Bencana Banjir Dan Genangan Dalam Kawasan Perkembangan Permukiman Di Kelurahan Berua, Kota Makassar.
- [2] Iswandi Umar, & Indang Dewata. (2018). Arahan Kebijakan Mitigasi Pada Zona Rawan Banjir Kabupaten Limapuluh Kota, Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal Of Natural Resources And Environmental Management)*, 8(2), 251–257. <https://doi.org/10.29244/Jpsl.8.2.251-257>
- [3] Fachri Ramadhan. (2023). *Analisis Kerentanan Banjir Di Kawasan Permukiman Jalan Bajak Iii Kelurahan Harjosari Li Kecamatan Medan Amplas Kota Medan*.
- [4] Rahmadhani, R. (2023). *Strategi dan Program Pencegahan Banjir di Indonesia*. <https://www.researchgate.net/publication/370934983>
- [5] Salwa Andraina. (2023). *Kerentanan Fisik Kawasan Permukiman Rawan Bencana Banjir Dan Rob Di Kecamatan Bonang, Kabupaten Demak*.
- [6] Irwan. (2018). *Arahan Pemanfaatan Ruang Berbasis Mitigasi Bencana Banjir Di Kota Bima Kecamatan Rasanae Timur*.
- [7] Peraturan Daerah Kota Balikpapan Nomor 12 Tahun 2012 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Balikpapan Tahun 2012–2032.
- [8] Badan Pusat Statistik Kota Balikpapan (BPS). (2024). *Kota Balikpapan Dalam Angka 2024*.
- [9] Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Balikpapan. (2022). *Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Balikpapan Tahun 2022-2026*
- [10] Mutia Azila, Dr. Ir. Abdullah Aman Damai, M. Si., & Adnin Musadri Asbi. (2021). *Arahan Pemanfaatan Ruang Berbasis Mitigasi Bencana Banjir di Kecamatan Kelumbayan, Kabupaten Tanggamus*.
- [11] Pahleviannur, M. R., Ayuni, I. K., Widiastuti, A. S., Umaroh, R., Aisyah, H. R., Afiah, Z., Azzahra, I., Chairani, M. S., Dhafita, N. A., Rohmah, N. L., Sudrajat, S., Mardiatno, D., Rachmawati, R., & Rahardjo, N. (2023). Kerentanan Sosial Ekonomi terhadap Bencana Banjir di Hilir DAS Citanduy Bagian Barat Kabupaten Pangandaran Jawa Barat. *Media Komunikasi Geografi*, 24(2), 189–205. <https://doi.org/10.23887/mkg.v24i2.66370>
- [12] Wika Ristya. (2021). *Kerentanan Wilayah Terhadap Banjir di Sebagian Cekung Bandung*.

- [13] Ryo Sapoetra. (2024). *Arahan Mitigasi Bencana Banjir Pada Kecamatan Balikpapan Timur.*
- [14] Nisa Rizqi Ramadhanty, Chatarina Muryani, & Gentur Adi Tjahjono. (2022). *ANALISIS TINGKAT KERENTANAN MASYARAKAT TERHADAP BANJIR ROB DI KECAMATAN TEGAL BARAT KOTA TEGAL TAHUN 2021.*
- [15] Ananda Urbanus, Rieneke Lusiana Evani Sela, & Aristotulus E. Tungka. (2021). *Mitigasi Bencana Banjir Struktural Dan Non-Struktural Di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan.*