

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Kalimantan Barat berada di kawasan pesisir bagian barat Indonesia yang letaknya berdekatan dengan Laut Natuna. Statistik Indonesia tahun 2025 mencatat Provinsi Kalimantan Barat menduduki peringkat pertama berdasarkan jumlah kejadian bencana banjir tertinggi di Pulau Kalimantan dari lima Provinsi yang ada di Pulau Kalimantan. Data dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan jumlah kejadian banjir di Provinsi Kalimantan Barat periode 2021-2025 cenderung naik turun setiap tahunnya. Pada tahun 2021 meningkat menjadi 45 kejadian lalu turun menjadi 20 kejadian di tahun 2022. Pada tahun 2023 tercatat 37 kejadian lalu meningkat menjadi 41 kejadian di tahun 2024 dan menurun lagi menjadi 23 kejadian di tahun 2025.

Banjir merupakan peristiwa alam atau buatan manusia yang disebabkan oleh air meluap dari batas normalnya seperti sungai, danau, dan laut yang mengenai wilayah (Wibowo & Abadi, 2022). Curah hujan yang tinggi atau kegagalan sistem pengendalian air biasanya menyebabkan banjir (Rosyidie, 2013). Bencana banjir dapat mengancam keselamatan jiwa, infrastruktur, dan stabilitas sosial-ekonomi penduduk di daerah rawan banjir, serta mengganggu aktivitas produktif dan menimbulkan biaya yang tinggi untuk pemulihan (Chmutina & Meding, 2019).

Provinsi Kalimantan Barat memiliki 2 (dua) wilayah yang berstatus kota yaitu Kota Pontianak dan Kota Singkawang. Kota Singkawang berdekatan dengan Selat Karimata dan berbatasan dengan Laut Natuna dan Sungai Kapuas, sehingga rentan terhadap banjir dan kenaikan permukaan laut akibat perubahan iklim (Taris, 2019). Menurut L. Lin *et al.* (2019) menyebutkan bahwa wilayah kota lebih rentan terhadap banjir karena kepadatan penduduk yang tinggi dan pertumbuhan ekonomi. Tingginya curah hujan di Kota Singkawang bertepatan dengan naiknya air laut (Setiawati & Hidayanto, 2016). Menurut data dari Badan Meteorologi Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Klimatologi Mempawah, Kalimantan barat menyebutkan bahwa rata-rata curah hujan di Kota Singkawang tahun 2025 sebesar 75,50 s/d 418,80 mm/bulan dengan rata-rata curah hujan bulanan tertinggi terjadi pada bulan November dan Desember yang mencapai 418,80 milimeter. Selain faktor cuaca, keadaan infrastruktur juga memburuk seperti ketika hujan deras turun, air meluap ke permukiman karena tanggul dan pedangkalan sungai yang jebol (Oxtora, 2023).

Kota Singkawang sebagai daerah pesisir berpotensi mengalami banjir rob saat air laut pasang, selain banjir yang disebabkan oleh curah hujan (Sani, 2026). Pasang air laut di pesisir Kalimantan Barat mencapai sekitar 2 meter, bahkan saat hujan deras dan pasang tinggi terjadi pada saat yang sama genangan menjadi lebih parah dan sulit untuk surut (Nadila, 2026). Oleh karena itu, sebagai daerah pesisir pantai Kota Singkawang menghadapi ancaman banjir dari curah hujan tinggi dan pasang air laut. Risiko yang beragam mengakibatkan Kota Singkawang mencolok di antara Kota/Kabupaten lain di Kalimantan barat. Luapan sungai biasanya hanya terjadi di daerah pedalaman di sebagian besar Kabupaten seperti Sintang, Kapuas Hulu dan Ketapang (Saputra, 2022). Kota Singkawang justru menerima air hujan lokal dari hulu Kabupaten Bengkayang dan Sambas banjir rob dari laut karena topografinya yang berbukit (BPBD Kalbar, 2022). Walaupun secara skala sebagian wilayah setempat mengalami banjir yang lebih besar. Pada awal tahun 2025 banjir menimpa tujuh kabupaten dan kota di Kalimantan Barat lebih dari 233 ribu jiwa terdampak dan Kabupaten Sambas menjadi wilayah terdampak yang paling parah (Kompas, 2025). Namun, banjir skala besar tersebut menyebar di banyak desa pada wilayah kabupaten yang luas, sehingga perencanaan dan evakuasi yang dibutuhkan berbeda dari yang dibutuhkan kota. Kota Singkawang mempunyai karakteristik wilayah yang spesifik yaitu kota pesisir yang mengalami ancaman banjir ganda dari curah hujan dan pasang air laut, sehingga perencanaan evakuasi menjadi relevan untuk diteliti.

Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Tahun 2025 Kota Singkawang mengalami bencana banjir sebanyak 9 kejadian dengan jumlah korban sebesar 28.800 jiwa dan jumlah rumah terendam sebanyak 5.780 unit. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) untuk 5 tahun terakhir jumlah kejadian banjir Kota Singkawang menunjukkan angka yang fluktuatif. Pada periode 2021-2025 terjadi banjir di Kota Singkawang mengalami 94 kejadian. Di tahun 2021 terjadi banjir 16 kejadian, tahun 2022 terjadi banjir 35 kejadian, tahun 2023 terjadi banjir 27 kejadian, tahun 2024 terjadi banjir 14, sedangkan tahun 2025 terjadi 9 kejadian.

Kesiapsiagaan untuk evakuasi di Kota Singkawang masih menjadi persoalan tersendiri. Saat banjir terjadi warga sekitar hanya diminta untuk mengungsi ke shelter seadanya atau ke rumah keluarga tanpa panduan yang jelas (Oxtora, 2023). Namun proses evakuasi yang aman bergantung pada evakuasi yang direcanakan dengan baik (Lutfi *et al.*, 2023). Tanpa perencanaan yang matang, masyarakat berisiko terjebak di daerah rawan dan proses evakuasi yang tertunda dapat menyebabkan lebih banyak korban (Novira *et al.*, 2024). Ini menunjukkan betapa pentingnya memiliki evakuasi yang terencana untuk daerah pesisir

seperti Kota Singkawang. Pemerintah Kota Singkawang telah menetapkan mitigasi bencana di Kota Singkawang menjadi salah satu isu strategis di Peraturan Daerah Kota Singkawang Nomor 3 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Tahun 2025-2029 mengenai peningkatan kualitas lingkungan hidup dan Pembangunan berkelanjutan. Namun, pada Indikasi Program Utama (IPU) di Peraturan Daerah Kota Singkawang Nomor 1 Tahun 2022 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Singkawang Tahun 2022-2042 belum adanya evakuasi banjir secara spasial untuk kebencanaan.

Perencanaan jalur evakuasi (*Evacuation route planning*) merupakan proses sistematis menentukan cara terbaik untuk pergi dari titik awal ke titik tujuan dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti biaya, jarak, waktu tempuh, kapasitas jaringan, dan tingkat bahaya pada bencana untuk meminimalisir risiko yang dihadapi saat masyarakat berpindah dari zona bahaya ke lokasi aman (Parajuli *et al.*, 2023). Tempat evakuasi merupakan lokasi fisik yang disiapkan untuk menampung sementara masyarakat yang terdampak bencana sehingga mereka dapat terlindung dari ancaman bahaya dan mengurangi risiko terhadap keselamatan jiwa (Kako *et al.*, 2020). Mengurangi risiko bencana banjir diperlukannya jalur evakuasi sebagai kesiapsiagaan dini untuk masyarakat, sedangkan tempat evakuasi digunakan untuk penampungan sementara masyarakat yang terdampak banjir (Hasddin & Tamburaka, 2021). Perencanaan evakuasi sangat penting untuk mitigasi bencana banjir, karena menyangkut penyelamatan nyawa dan mengurangi kerugian material dengan menentukan lokasi tercepat dan aman (Atmodjo *et al.*, 2015). Pengembangan evakuasi bencana yang efektif dan terintergrasi adalah bagian penting dari mitigasi banjir. evakuasi yang buruk dapat memperburuk korban jiwa dan kerusakan, oleh sebab itu perlunya rencana pengembangan evakuasi (Irsyad & Hitoshi, 2022). Teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah suatu teknologi yang menangani bidang geografis yang membuat visualisasi data spasial sesuai dengan karakteristik seperti perubahan bentuk, warna, ukuran dan simbol (Aronoff, 1989). Pada perencanaan kota Sistem Informasi Geografis (SIG) sering digunakan dalam menggabungkan data spasial. Penggunaan teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) membantu pemetaan wilayah yang rentan terhadap banjir serta penentuan jalur evakuasi dan tempat evakuasi yang efektif (Cahyono, 2016).

Penelitian tentang evakuasi banjir sebenarnya sudah cukup berkembang di Indonesia. Fauzia *et al.* (2021) menggunakan metode *simple additive weighting* untuk menentukan tujuh lokasi evakuasi terbaik di Kecamatan Cileungsi berdasarkan kriteria jenis lahan tingkat ancaman serta jarak permukiman. Dirgantara *et al.* (2022) memetakan jalur evakuasi banjir di Kecamatan Gunung Meriah Kabupaten Aceh Singkil dengan metode

network analyst dan menemukan jalur teraman dari titik rawan menuju shelter sekolah dengan jarak terdekat. Penelitian Arya *et al.* (2025) memetakan kerawanan banjir dan arahan evakuasi berbasis SIG di DAS Tukad Mati Bali. Penelitian (Jati, 2023) khusus Kota Singkawang telah menentukan empat lokasi evakuasi dengan menggunakan analisis populasi *grid* dan *space syntax*, serta menemukan bahwa sekitar 18% wilayah kota sulit terjangkau sehingga tidak layak dijadikan pos evakuasi.

Meskipun demikian, masih terdapat *gap research* yang membuat penelitian ini penting untuk dilakukan. Penelitian Jati. (2023) di Kota Singkawang lebih terfokus pada penilaian lokasi dan aksesibilitas, tetapi belum membuat jalur evakuasi secara menyeluruh. Sebagian besar studi evakuasi banjir lainnya berfokus pada banjir sungai di pulau jawa dan jarang membahas kota pesisir kecil yang menghadapi ancaman hujan dan pasang air laut sekaligus. Penelitian ini menggabungkan kerentanan bencana banjir dengan rencana evakuasi di Kota Singkawang, sehingga akan mengisi celah pada perencanaan evakuasi bencana banjir.

Berdasarkan latar belakang penelitian tugas akhir ini dilakukan mengenai rencana evakuasi bencana banjir di Kota Singkawang memiliki urgensi yang tinggi. Kejadian banjir yang berulang setiap tahun dan ancaman kenaikan muka air laut menuntut adanya sistem evakuasi yang terencana berbasis data spasial. Penelitian ini diharapkan untuk meningkatkan penanggulangan banjir pada kota pesisir dengan ancaman ganda. secara praktis, penelitian ini dapat membantu pemerintah Kota Singkawang dan BPBD Kota Singkawang menyusun peta evakuasi di Kota Singkawang.

1.2 Rumusan Permasalahan

Rumusan permasalahan pada tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana identifikasi kerentanan banjir di Kota Singkawang?
2. Bagaimana penentuan evakuasi bencana banjir di Kota Singkawang?

1.3 Tujuan dan Sasaran

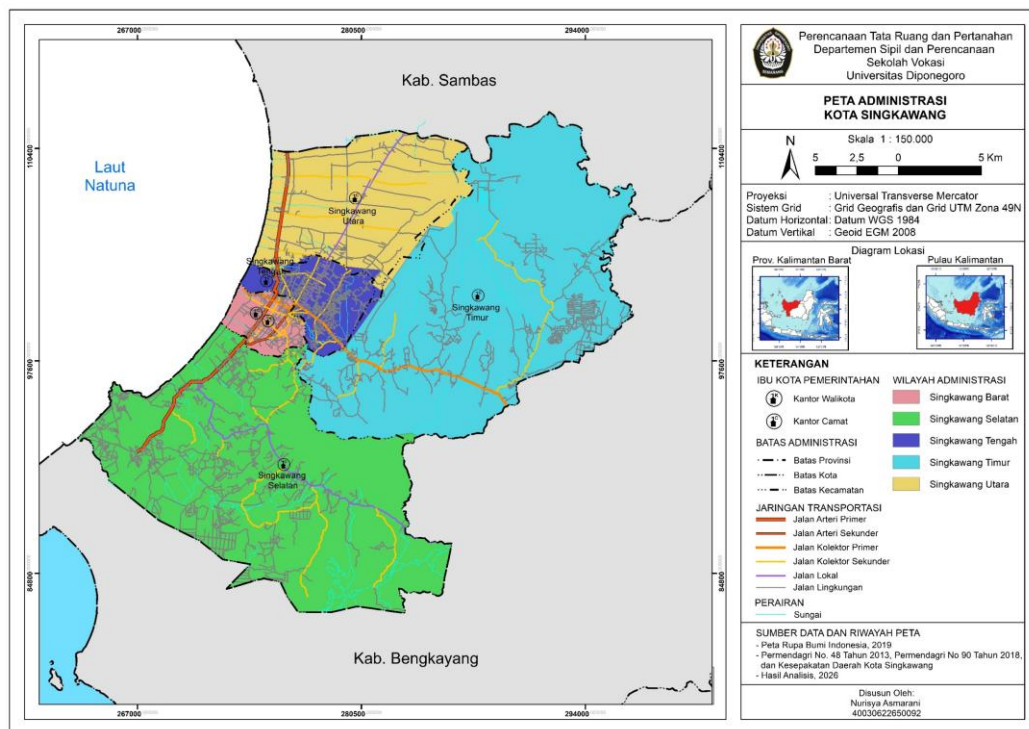
Tujuan penulisan ini adalah untuk perencanaan evakuasi bencana banjir di Kota Singkawang yang berbasis spasial tahun 2027. Adapun sasaran untuk mencapai tujuan tersebut adalah:

1. Analisis wilayah kerentanan bencana banjir di Kota Singkawang.
2. Mengidentifikasi wilayah terdampak bencana banjir di Kota Singkawang.
3. Analisis jalur dan tempat evakuasi bencana banjir di Kota Singkawang.
4. Rencana jalur dan tempat evakuasi bencana banjir di Kota Singkawang.

1.4 Ruang Lingkup

1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah

Ruang lingkup wilayah penelitian berlokasi di Kota Singkawang Provinsi Kalimantan Barat yang memiliki luas wilayah sebesar 550,19 km yang terdiri dari 5 Kecamatan yaitu Singkawang Utara, Singkawang Tengah, Singkawang Barat, Singkawang Selatan, dan Singkawang Timur. Kota Singkawang secara astronomis terletak antara $0^{\circ}44'55,85''$ sd $1^{\circ}1'21,51''$ Lintang Utara dan $108^{\circ}51'47,60''$ sd $109^{\circ}10'19,00''$ Bujur Timur. topografi Kota Singkawang umumnya datar yaitu dengan kemiringan antara 0 – 8 %. Kawasan dengan kemiringan 0-8 % ini terhampar di bagian utara dan barat kota di wilayah Kecamatan Singkawang utara dan Singkawang Barat serta sebagian besar Singkawang Tengah. Kawasan dengan kemiringan rendah ini umumnya terletak pada ketinggian antara 0-12 meter di atas permukaan laut. Berikut merupakan Peta Ruang lingkup Wilayah penelitian:



Sumber: Hasil Analisis, 2025

Gambar 1. Peta Administrasi Kota Singkawang

Secara administratif, batas wilayah Kota Singkawang sebagai berikut:

- Sebelah Utara: Berbatasan dengan Kabupaten Sambas
- Sebelah Selatan: Berbatasan dengan Kabupaten Bengkayang
- Sebelah Barat: Berbatasan dengan Laut Natuna
- Sebelah Timur: Berbatasan dengan Kabupaten Bengkayang

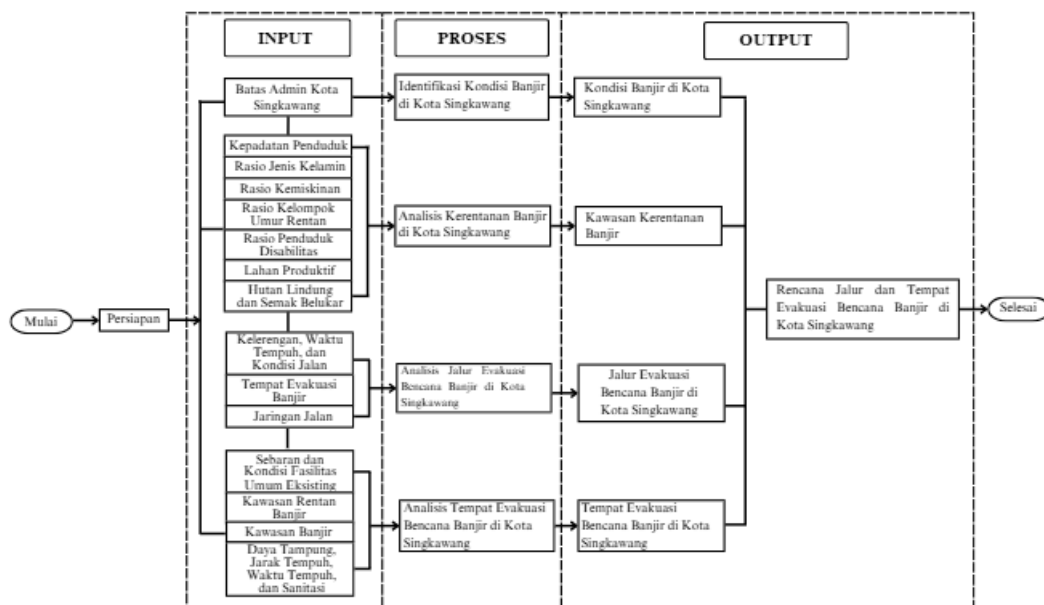
1.4.2 Ruang Lingkup Materi

Ruang lingkup materi Tugas Akhir ini adalah materi yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Melakukan analisis kawasan kerentanan banjir di Kota Singkawang.
2. Melakukan deliniasi wilayah terdampak banjir di Kota Singkawang.
3. Melakukan analisis jalur dan tempat bencana banjir.
4. Menentukan perencanaan jalur dan tempat evakuasi bencana banjir di Kota Singkawang.

1.5 Tahapan/Proses

Tahapan dan proses dalam penelitian ini berisikan persiapan, pengumpulan data, pengolahan dan analisis yang akan dijelaskan sebagai berikut:



Sumber: Hasil Analisis, 2025

Gambar 2. Kerangka Analisis

Pada tahapan penelitian ini menggunakan data batas admin Kota Singkawang untuk identifikasi kondisi banjir. Data kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio kelompok umur rentan, dan rasio penduduk disabilitas, lahan produktif, hutan lindung dan semak belukar digunakan untuk menganalisis kerentanan banjir. Sebaran fasilitas umum eksisting, curah hujan, kemiringan lereng, daya tampung, jarak tempuh, waktu tempuh, dan sanitasi digunakan untuk menganalisis tempat evakuasi banjir. Kawasan rentan banjir, tempat evakuasi banjir, jaringan jalan menjadi dasar penentuan jalur evakuasi. Keempat tahapan analisis bekerja secara berurutan menjadi tahap berikutnya. Rencana evakuasi bencana banjir di Kota Singkawang menjadi hasil utama penelitian.

1.5.1 Persiapan

Pada tahap persiapan penelitian melakukan identifikasi masalah yang dilakukan berdasarkan permasalahan yang sedang terjadi dan dokumen kebijakan yang menunjukkan adanya masalah yang harus segera diatasi. Melalui studi literatur terhadap Perda Kota Singkawang Nomor 1 Tahun 2022 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Singkawang Tahun 2022-2042 pasal 6 ayat 4, ditemukannya bahwa dokumen RTR tersebut belum mengatur secara jelas mengenai rencana evakuasi bencana banjir secara spasial. Ketidaktersediaan rencana tersebut menjadi kelemahan dokumen RTR dan kesiapsiagaan bencana di Kota Singkawang, sehingga menjadi dasar utama dari permasalahan dalam penelitian ini.

1.5.2 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data pada penelitian ini dengan melakukan pengumpulan data berupa data primer dan sekunder.

- a) Pengumpulan data secara primer dilakukan melalui observasi lapangan, wawancara, dokumentasi. Observasi lapangan dilakukan secara langsung pada lokasi yang rentan akan bencana banjir untuk mencatat kondisi eksisting dan dokumentasi. Saat melakukan wawancara menggunakan teknik *purposive sampling* yaitu teknik pengambilan sampel dengan melihat pertimbangan tertentu yang ditunjukkan pada stakeholder yang paham seperti BPBD dan camat di Kota Singkawang.
- b) Pengumpulan data secara sekunder diperoleh melalui telaah dokumen dari instansi terkait antara lain Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Singkawang, Badan Pusat Statistik (BPS), dan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Singkawang, Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUPR) Kota Singkawang, Dinas Sosial Kota Singkawang, dan Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Singkawang.

1.5.3 Pengolahan dan Analisis

Pada tahapan pengolahan dan analisis pada penelitian ini dilakukan secara spasial dengan bantuan aplikasi GIS. Pengolahan dan analisis sesuai dengan sasaran yang ditentukan yaitu berupa analisis banjir menggunakan skoring dan pembobotan untuk menilai berdasarkan kriteria yang telah ditentukan dalam kebijakan atau literatur. Analisis selanjutnya dengan menentukan kawasan kerentanan bencana banjir dengan *overlay* pada hasil skoring dan pembobotan dari kerentanan sosial, fisik, ekonomi, dan lingkungan untuk mengetahui sebaran permukiman terdampak sebagai prioritas tempat evakuasi bencana banjir. Selanjutnya menggunakan ORS Tools yang dikembangkan oleh HeiGIT (Heidelberg

Institute for Geoninformation Technology) yang ada di *software* Qgis dengan didukung oleh OpenStreetMap. ORS Tool digunakan untuk menentukan jalur evakuasi dari titik banjir ke tempat evakuasi yang dapat dicapai dalam waktu dan jarak tertentu. *Isochrone* yang ada pada QRS Tools digunakan untuk menentukan jangkauan dari titik banjir mencapai tempat evakuasi dalam memperhitungkan satuan jarak tempuh dan waktu tempuh.

1.6 Metode dan Hasil Akhir

Tugas akhir ini menggunakan metode kuantitatif serta alat bantu analisis agar hasil sesuai yang diinginkan terdiri dari kebutuhan data, instrumen pengumpulan data dan teknik analisis. Metode penelitian tersebut akan menghasilkan hasil akhir.

1.6.1 Kebutuhan Data

Kebutuhan data dibuat untuk memudahkan penelitian dalam mengidentifikasi data yang dibutuhkan. Berikut merupakan kebutuhan data yang diperlukan yaitu:

Tabel 1. Tabel Kebutuhan Data

Analisis		Nama Data	Unit Data	Tahun Data	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber Data
Identifikasi Kondisi Banjir di Kota Singkawang		Batas Admin	Kota	2020-2025	Sekunder	<i>Shapefile</i>	DPUPR Kota Singkawang
		Histori Kejadian Banjir	Kota	2020-2025	Sekunder	Tabel	BPBD Kota Singkawang
		Wilayah Terdampak Banjir	Kota	2020-2025	Sekunder	Tabel dan <i>Shapefile</i>	BPBD Kota Singkawang
		Jumlah Korban	Kota	2020-2025	Sekunder	Tabel	BPBD Kota Singkawang
		Jumlah kerugian dan kerusakan	Kota	2020-2025	Sekunder	Tabel	BPBD Kota Singkawang
Analisis Kerentanan Banjir	Kerentanan Sosial	Jumlah Penduduk	Kota	2020-2025	Sekunder	Tabel	BPS Kota Singkawang
		Kepadatan Penduduk	Kota	2020-2025	Sekunder	Tabel	BPS Kota Singkawang
		Rasio Jenis Kelamin	Kota	2020-2025	Sekunder	Tabel	BPS Kota Singkawang

Analisis		Nama Data	Unit Data	Tahun Data	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber Data
		Rasio Kemiskinan	Kota	2020-2025	Sekunder	Tabel	BPS Kota Singkawang
		Rasio Kelompok Umur Rentan	Kota	2020-2025	Sekunder	Tabel	BPS Kota Singkawang
		Rasio Penduduk Disabilitas	Kota	2020-2025	Sekunder	Tabel	BPS Kota Singkawang
	Kerentanan Fisik	Kepadatan Bangunan	Kota	2020-2025	Sekunder	Tabel dan <i>Shapefile</i>	DPUPR Kota Singkawang
	Kerentanan Ekonomi	Lahan Produktif	Kota	2020-2025	Sekunder	Tabel	BPS Kota Singkawang/ DPUPR Kota Singkawang
	Kerentanan Lingkungan	Hutan Lindung dan Semak Belukar	Kota	2020-2025	Sekunder	Tabel dan <i>Shapefile</i>	DPUPR Kota Singkawang
Analisis Jalur Evakuasi Bencana Banjir		Tempat Evakuasi Banjir	Kota	2025	Sekunder	<i>Shapefile</i> Koordinat/Dokumentasi	DPUPR Kota Singkawang/ Observasi
		Jaringan Jalan	Kota	2025	Sekunder	<i>Shapefile</i> /Koordinat/Dokumentasi	DPUPR Kota Singkawang/ Observasi
Analisis Tempat Evakuasi Bencana Banjir		Lokasi Persebaran Fasilitas Umum	Kota	2025	Primer	<i>Shapefile</i> /Koordinat/Dokumentasi	DPUPR Kota Singkawang/ Observasi
		Kawasan Rentan Banjir	Kota	2020-2025	Sekunder	<i>Shapefile</i>	BPBD Kota Singkawang
		Curah Hujan	Kota	2025	Sekunder	<i>Shapefile</i>	BMKG

Analisis	Nama Data	Unit Data	Tahun Data	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber Data
	Waktu Tempuh	Kota	2025	Primer	Numerik	Observasi
	Jarak Tempuh	Kota	2025	Primer	Numerik	Observasi
	Daya Tampung	Kota	2025	Primer	Numerik	Observasi
	Air Bersih dan Sanitasi	Kota	2025	Primer	Kategori	Observasi

Sumber: *Hasil Analisis, 2025*

1.6.2 Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen pengumpulan data pada penelitian ini mengenai perencanaan spasial untuk mitigasi bencana banjir di Kota Singkawang sebagai berikut:

a) Telaah Dokumen

Telaah dokumen dilakukan untuk mendapatkan referensi data sekunder yaitu pengumpulan data dari berbagai sumber data sekunder yang relevan untuk mendukung kebutuhan penelitian.

b) Wawancara

Wawancara dalam penelitian ini dilakukan secara tatap muka untuk menggali informasi mendalam dari informan dengan interaksi secara langsung. Wawancara pada kegiatan ini yaitu memperoleh data primer yang berkaitan dengan kebencanaan, khususnya dalam mengidentifikasi dan menggali faktor-faktor penentuan yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan evakuasi berdasarkan pertimbangan karakteristik kejadian bencana yang terjadi di Kota Singkawang. Informasi hasil wawancara ini dimuat dalam bentuk tabel berdasarkan sumber narasumbernya. Kode tersebut diterapkan berdasarkan identitas responden_kecamatan_jabatan. Berikut merupakan keseluruhan kode yang digunakan sebagai berikut:

Tabel 2. Tabel Pengkodean Narasumber

No	Responden	Keterangan
1.	W01_Ins_KSPK	Responden 01_Instansi BPBD_Kepala Seksi Pencegahan dan Kesiapsiagaan
2.	W02_KCSS_SC	Responden 02_Kecamatan Singkawang Selatan_Sekretaris Camat
3.	W03_KCSB_KSP	Responden 03_Kecamatan Singkawang Barat_Kepala Seksi Pemerintahan
4.	W04_KCST_KC	Responden 04_Kecamatan Singkawang Tengah_Kepala Camat

No	Responden	Keterangan
5	W06_KCSU_KKU	Responden 05_Kecamatan Singkawang Utara_Kepala Seksi Ketentraman dan Ketertiban Umum
6.	W06_KCSTI_KPM	Responden 06_Kecamatan Singkawang Timur_Kepala Seksi Pemberdayaan Masyarakat

Sumber: *Hasil Analisis, 2025*

c) Observasi

Observasi dilakukan untuk mengamati secara langsung ke lapangan dalam mengidentifikasi persebaran spasial kondisi eksisting sarana dan prasarana. Melalui observasi dapat diperoleh data yang akurat sebagai dasar dalam penyusunan pendukung rencana evakuasi bencana banjir di Kota Singkawang. hasil observasi lapangan difungsikan sebagai langkah verifikasi faktual. Pengecekan kondisi di lokasi untuk membuktikan kebenaran informasi yang sebelumnya diperoleh dari tahapan wawancara bersama narasumber.

1.6.3 Teknik Analisis

Teknik analisis pada penelitian ini menggunakan tahapan yang dikerjakan secara berurutan. Pada tahap awal peneliti melakukan analisis kerentanan banjir dengan menerapkan skoring dan pembobotan. Tahap berikutnya menggunakan analisis *overlay* sehingga terbentuk menjadi peta kerentanan banjir. Selanjutnya dilakukan analisis evakuasi yang memanfaatkan *isochrone*.

a) Skoring dan Pembobotan

Analisis kerentanan banjir dilakukan melalui metode kuantitatif yaitu, skoring dan pembobotan. Skoring adalah pemberian nilai numerik pada setiap kelas parameter berdasarkan seberapa besae kontribusi terhadap variabel, sedangkan pembobotan adalah penentuan proporsi kepentingan antarparameter untuk menunjukkan parameter mana yang lebih dominan dalam analisis (Christian *et al.*, 2020). Parameter yang dinilai lebih berpengaruh terhadap terjadinya banjir akan memperoleh nilai skoring maupun bobot yang lebih besar dibandingkan parameter lainnya.

b) *Overlay*

Parameter yang telah ditetapkan nilai skor dan bobotnya akan di *overlay*. Teknik *overlay* bekerja dengan menumpangsusunkan beberapa *layer* spasial sambil memperhitungkan proporsi kontribusi tiap *layer* untuk menghasilkan satu *layer* gabungan.

Rumus yang ditetapkan mengacu pada penjumlahan hasil kali skor dan bobot setiap parameter. Berikut merupakan rumus kerentanan banjir:

$$\text{Nilai Kerentanan} = \Sigma (\text{skor parameter} \times \text{bobot parameter})$$

Keterangan:

Σ = Jumlah

Nilai yang diperoleh tiap wilayah kemudian dikelaskan berdasarkan pembagian rentang ke dalam interval yang telah ditetapkan menghasilkan kategori kerentanan rendah, sedang, dan tinggi. Berikut merupakan rumus Sturges:

$$Ki = \frac{Xt - Xr}{k}$$

Keterangan:

Ki = Kelas Interval

Xt = Data Tertinggi

Xr = Data Terendah

k = Jumlah Kelas yang Diinginkan

Sumber: Dwiati & Sukur, (2015)

Tabel 3. Kriteria Kerentanan Bencana Banjir

Variabel	Parameter	Indikator	Skor	Bobot
Kerentanan Sosial	Kepadatan Penduduk (60%)	< 500 jiwa/km ²	1	(40%)
		500 – 1.000 jiwa/km ²	2	
		> 1.000 jiwa/km ²	3	
	Rasio Jenis Kelamin (10%)	< 20%	1	
		20 – 40%	2	
		> 40%	3	
	Rasio Kemiskinan (10%)	< 20%	1	
		20 – 40%	2	
		> 40%	3	
	Rasio Kelompok Umur Rentan (10%)	< 20%	1	
		20 – 40%	2	
		> 40%	3	
	Rasio Penduduk Disabilitas (10%)	< 20%	1	
		20 – 40%	2	
		> 40%	3	
Kerentanan Fisik	Kepadatan Bangunan (100%)	10 – 744 bangunan /km ²	1	(25%)
		745 – 1.479 bangunan/km ²	2	

Variabel	Parameter	Indikator	Skor	Bobot
		>1.480 – 2.213 bangunan /km ²	3	
Kerentanan Ekonomi	Lahan Produktif (100%)	< 4.599 ha	1	(25%)
		4.600 – 9.199 ha	2	
		> 9.200 ha	3	
Kerentanan Lingkungan	Hutan Lindung (50%)	< 20 ha	1	(50%)
		20 – 50 ha	2	
		> 50 ha	3	
	Semak Belukar (20%)	< 10 ha	1	
		10 – 30 ha	2	
		> 30 ha	3	
	Rawa (30%)	< 5 ha	1	
		5 – 20 ha	2	
		> 20 ha	3	

Sumber: Perka BNPB No. 2 tahun 2012 dan Penulis, 2026

Klasifikasi kerentanan dibagi menjadi 3 (tiga) kelas yang menunjukkan tingkat kerentanan tiap parameter. Pembobotan menunjukkan perbedaan prioritas variabel tersebut dibandingkan dengan variabel lain. Pembobotan tertinggi pada variabel kerentanan sosial yang memiliki pengaruh dalam kondisi masyarakat yang lebih rentan saat terjadinya bencana banjir.

c) Analisis Jalur Evakuasi dengan *ORS Tools*

Analisis jalur evakuasi pada penelitian ini memanfaatkan *ORS Tools*, yaitu *plugin* dalam lingkungan *QGIS* yang terintegrasi dengan *platform OpenRouteService*. *Platform* tersebut menyediakan layanan *routing* berbasis jaringan jalan *OpenStreetMap* yang dapat diakses secara terbuka (Openrouteservice, 2024). *ORS Tools* memiliki tiga fungsional utama seperti *directions*, *isochrone*, dan *matrix*. Pada penelitian ini penulis menggunakan *directions* dan *isochrone*. *Directions* untuk kalkulasi jalur optimal, sedangkan *isochrone* untuk analisis jangkauan spasial. Fungsi *directions* untuk mengidentifikasi lintasan dengan memilih *fastes route* (rute tercepat) menggunakan moda transportasi *foot-walking* (jalan kaki). Aldahlawi, R. Y., Akbari, V., & Lawson, G. (2024) menyatakan bahwa keputusan pemilihan rute dalam kondisi darurat mengarah pada optimasi waktu, bukan jarak, karena persepsi risiko penduduk meningkat seiring durasi paparan mereka terhadap bahaya. Oleh karena itu, peneliti memilih *fastest route* yang memprioritaskan minimalisasi waktu tempuh dengan melihat elevasi jalur, bukan sekedar jarak terpendek. Pemilihan moda berjalan kaki karena keterbatasan kepemilikan kendaraan pribadi di kalangan warga

terdampak terutama pada kelompok lansia, anak-anak, disabilitas serta keluarga berpendapatan rendah menjamin seluruh masyarakat dapat menjangkau tempat aman (UNDRR, 2025). Pada penelitian ini titik asal adalah titik lokasi banjir, sedangkan titik tujuan adalah tempat evakuasi. Titik lokasi banjir didapatkan 7 titik sampel dari total 33 titik banjir yang didasari oleh pendekatan *purposive sampling* melalui hasil wawancara mendalam dengan pihak BPBD.

d) Analisis Evakuasi Bencana Banjir

Analisis jangkauan tempat evakuasi dilakukan menggunakan fungsi *isochrone* pada *ORS Tools*. *Isochrone* adalah area yang dapat dijangkau dari suatu titik dalam batas waktu atau jarak tertentu yang dihitung mengikuti jaringan jalan (Openrouteservice, 2024). Jangkauan mengikuti jalan, sehingga *isochrone* tidak bulat sempurna melainkan menyesuaikan ketersediaan jalan di sekitarnya. Pada penelitian *isochrone* dihitung dari setiap tempat evakuasi untuk mengetahui seberapa luas wilayah dan seberapa banyak penduduk yang dapat menjangkau lokasi tersebut dalam batas waktu dan jarak tertentu. Moda perjalanan yang dipakai disesuaikan dengan kondisi evakuasi yaitu berjalan kaki. Batas waktu dan jarak ditetapkan dalam beberapa interval sebagai ambang jangkauan misalnya jangkauan 5 menit, 10 menit, 15 menit, dan 20 menit berjalan kaki. Penentuan tepat evakuasi bagi warga yang terdampak bencana banjir merupakan tujuan utama dari tahapan analisis tempat evakuasi. Pada proses eliminasi, sejumlah indikator kelayakan dijadikan dasar penilaian, yaitu aksesibilitas, daya tampung, waktu tempuh, jarak tempuh, sanitasi, ketinggian elevasi. Lokasi-lokasi yang memenuhi kriteria tersebut selanjutnya dipetakan secara spasial dan disusun dalam bentuk daftar sebaran titik evakuasi. Tempat yang memenuhi kriteria, yaitu 18 tempat evakuasi dari 36 tempat yang berpotensi sebagai tempat evakuasi.

1.6.4 Hasil Akhir

Hasil akhir dari proses penelitian ini yaitu peta rencana evakuasi bencana banjir Kota Singkawang, Kalimantan Barat yang akan diajukan sebagai Hak Kekayaan Intelektual (HKI). Peta ini diharapkan dapat menjadi salah satu upaya penanggulangan bencana banjir berbasis spasial yang berfungsi untuk mendukung pengembangan perencanaan wilayah yang ada di Kota Singkawang, khususnya dalam meningkatkan kesiapsiagaan dini terhadap bencana banjir.