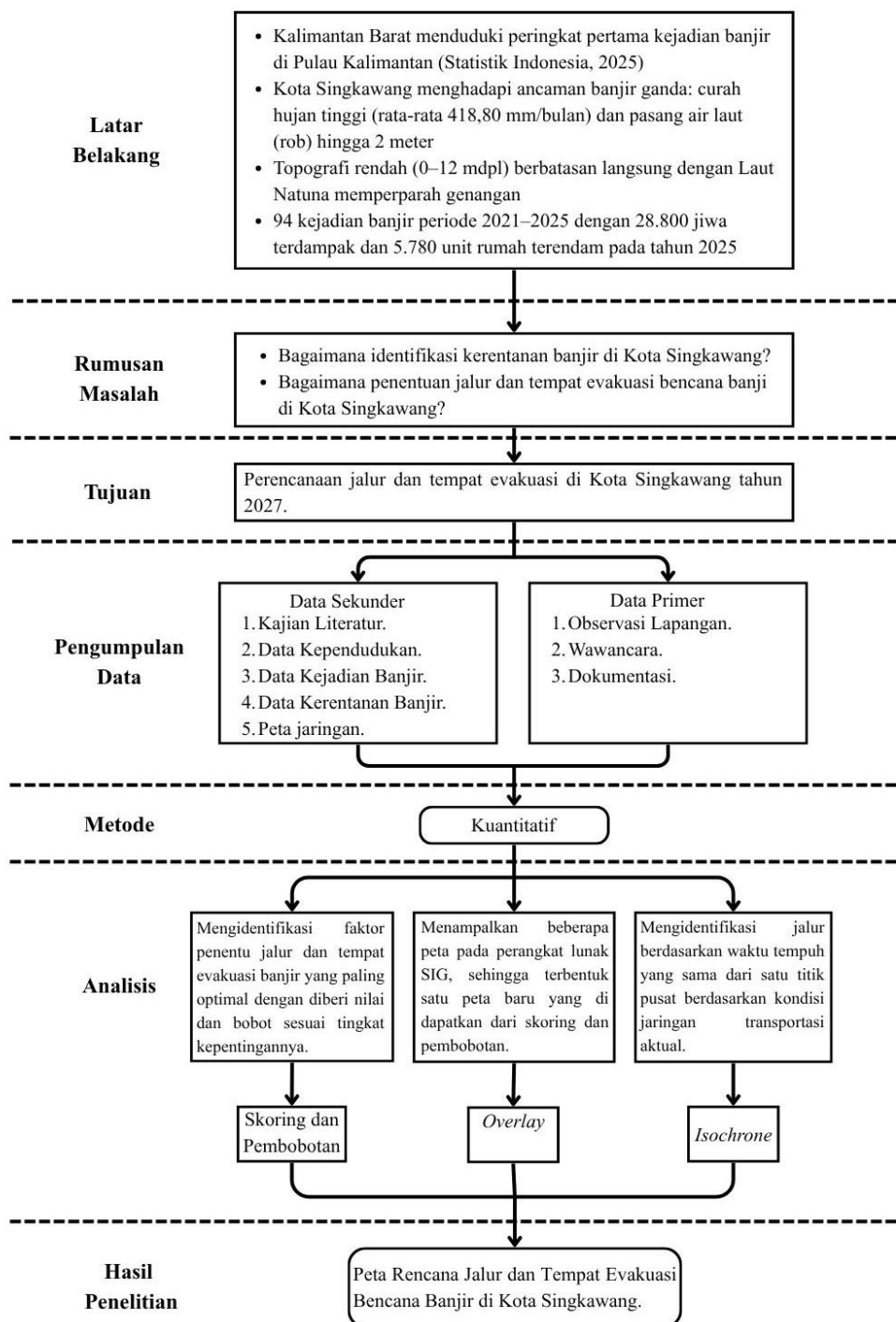


BAB 2

KONSEP PERENCANAAN

Konsep Perencanaan pada pembahasan Tugas Akhir ini menjelaskan tentang perencanaan pengembangan evakuasi di Kota Singkawang, Kalimantan barat secara garis besar:



Sumber: Hasil Analisis, 2025

Gambar 3. Bagan Konsep Perencanaan Evakuasi Bencana Banjir Kota Singkawang

Bagan konsep penelitian di atas didukung oleh kajian literatur sebagai berikut:

Tabel 4. Sintesa Teori Penelitian

No.		Sumber	Variabel	Variabel terpilih penelitian
1.	Kerentanan	PerKa BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana	• Aspek Sosial (Kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio penyandang disabilitas, dan rasio kelompok umur) • Aspek Ekonomi (Lahan produktif) • Aspek Fisik (Kepadatan bangunan) • Aspek Lingkungan (Hutan Lindung, semak belukar, dan rawa)	• Aspek Sosial (Kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio penyandang disabilitas, dan rasio kelompok umur) • Aspek Ekonomi (Lahan produktif) • Aspek Fisik (Kepadatan bangunan) • Aspek Lingkungan (Hutan Lindung, semak belukar, dan rawa)
2.	Jalur Evakuasi	Sahetapy <i>et al.</i> 2016 dan Jusuf & Nakoe, 2025	Waktu tempuh, kelerengan, kondisi jalan	Waktu tempuh, kelerengan, kondisi jalan
3.	Tempat Evakuasi	Sahetapy <i>et al.</i> 2016	Waktu tempuh, daya tampung, ketersediaan MCK	Waktu tempuh, daya tampung, ketersediaan MCK

Sumber: Hasil Analisis, 2026

2.1 Bencana Banjir

Menurut Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana menyebutkan bahwa bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non-alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Menurut Ella & Usman, (2008) banjir adalah meluapnya aliran sungai karena air melebihi tampungan sungai, sehingga mengenai dataran atau wilayah sekitarnya. Bencana banjir adalah salah satu jenis bencana alam yang menyebabkan genangan air di permukaan tanah karena curah hujan tinggi, luapan sungai atau faktor lainnya yang melampaui kapasitas lingkungan. Bencana banjir adalah kejadian alam atau manusia yang menyebabkan genangan air di permukaan tanah, sering kali melampaui kemampuan drainase dan infrastruktur (Jongman *et al.*, 2012). Bencana banjir adalah hasil dari kombinasi ancaman alam (bahaya) dan situasi kerentanan sosial, ekonomi, dan politik masyarakat yang terekspos, sehingga banjir dianggap sebagai bencana jika ada populasi yang rentan di wilayah terdampak (Wisner & Wisner, 2004). Genangan adalah air hujan mengumpul akibat tidak dapat diserap dengan cepat oleh tanah, sehingga membentuk genangan yang dapat mengganggu aktifitas manusia (Sibuea, 2018). Secara ketinggian banjir dikategorikan apabila ketinggian air melebihi 40 cm dengan cakupan radius lebih dari 100 meter dan berlangsung lebih dari 24 jam, sedangkan genangan memiliki ketinggian kurang dari 40 cm, terkonsentrasi di area yang sempit, dan surut dalam waktu kurang dari 24 jam (LAPAN, 2021)

2.2 Risiko Bencana Banjir

Risiko bencana banjir adalah kemungkinan atau potensi kerugian yang ditimbulkan oleh bencana banjir berupa korban jiwa, korban luka, dan kerusakan bangunan yang diakibatkan oleh bahaya (Arya, 2023). Menurut peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana mengatakan bahwa risiko bencana banjir dipengaruhi oleh 3 (tiga) komponen utama berupa, Ancaman (*Hazard*), Kerentanan (*Vulnerability*), dan Kapasitas (*Capacity*). Ancaman (*hazard*) bencana banjir berkaitan dengan potensi dan intensitas terjadinya banjir, seperti curah hujan tinggi, luapan sungai atau kegagalan sistem drainase yang mempengaruhi sistem sosial, fisik ekonomi atau lingkungannya (Cardona *et al.*, 2012). Kerentanan (*Vulnerability*) bencana banjir menunjukkan karakteristik internal suatu wilayah yang rentan terhadap dampak banjir berupa faktor fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan yang

meningkatkan tingkat kepekaan individu, komunitas, aset atau sistem terhadap bahaya (Sritart *et al.*, 2020). Kapasitas (*Capacity*) adalah pengurangan dampak dari bahaya dengan peringatan dini yang baik, jalur evakuasi yang layak, dan kelembagaan untuk pemulihan lebih cepat (Baldassarre *et al.*, 2018). Pemahaman terhadap tiga aspek penyusunan risiko memegang peranan vital bagi penyusunan tata ruang kawasan. Penentuan titik kumpul aman maupun akses penyelamatan banjir sangat bergantung pada landasan tersebut. Pemetaan keruangan ini merupakan wujud intervensi mitigasi untuk menekan angka mortalitas saat ancaman hidrometeorologi melanda lingkungan urban (Ouma & Tateishi, 2014).

2.3 Kerentanan Bencana Banjir

Kerentanan adalah kondisi yang ditentukan oleh faktor fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan yang meningkatkan kerentanan seseorang, komunitas, aset, atau sistem terhadap dampak bahaya (UNDRR, 2017). Kerentanan adalah kondisi masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan untuk menghadapi ancaman bencana (BPBD, 2021). Kerentanan bencana banjir adalah kecenderungan suatu individu, rumah tangga, komunitas, aset, atau sistem wilayah untuk mengalami dampak merugikan ketika terjadi banjir yang dibentuk oleh sensitivitas/kerapuhan elemen yang terpapar terhadap genangan/arus dan gangguan, serta keterbatasan kapasitas dan adaptasi untuk mengantisipasi, merespons, dan pulih dari bencana (IPCC, 2022). Pendekatan keruangan melalui SIG menghadirkan presisi tinggi dalam mengidentifikasi tingkat kerentanan kawasan urban dengan teknologi ini beroperasi mengintegrasikan metrik sosial komunitas beserta kondisi fisik lingkungan secara bersamaan. (Faradila, 2026). Peta kerentanan spasial yang dihasilkan selanjutnya berfungsi sebagai basis utama perancangan fasilitas mitigasi. Fasilitas tersebut mencakup penentuan titik kumpul serta jalur evakuasi yang dipastikan bebas dari ancaman rambatan genangan air (Masuya *et al.*, 2015). Kerentanan banjir mengacu pada Perka BNPB No. 2 tahun 2012 tentang pedoman umum pengkajian risiko bencana. Penentuan kelas interval untuk pengelompokan data menggunakan pendekatan matematis yang dikenalkan oleh Herbert A. Sturges. Aturan sturges memberikan landasan yang objektif dan menghindari kecenderungan subjektivitas saat penelitian (Sturges, 1926).

2.4 Kerawanan Bencana Banjir

Kerawanan bencana banjir adalah keadaan suatu area memiliki kecenderungan atau kemungkinan besar mengalami banjir akibat dari faktor hidrologis, klimatologis, geomorfologis, dan penggunaan lahan (Suprpto *et al.*, 2023). Menurut undang-undang nomor 47 tahun 2007 tentang penanggulangan bencana dijelaskan bahwa wilayah rawan bencana adalah kondisi atau karakteristik geologis, biologi, hidrologis, klimatologis,

geografis, sosial, budaya, politik, ekonomi, dan teknologi pada suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang mengurangi kemampuan mencegah, merendam, mencapai kesiapan, dan mengurangi dampak bahaya tertentu. Tingkat kerawanan banjir sering diolah menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menghasilkan peta tingkat kerawanan banjir agar untuk mengidentifikasi potensi kejadian banjir (Wibowo & Abadi, 2022). Teknik *overlay* terhadap parameter lazim diaplikasikan guna menghasilkan peta kerawanan keruangan yang mencakup elevasi topografi curah hujan kelerengan hingga karakteristik tanah (Ouma & Tateishi, 2014). Ketiadaan kemiringan lereng yang curam pada daerah dataran rendah memicu tingginya kerentanan urban karena aliran air menuju pesisir menjadi terhambat (Jha *et al.*, n.d.).

2.5 Jalur Evakuasi Bencana

Jalur evakuasi bencana adalah jalur yang dirancang secara strategis untuk memindahkan orang dengan cepat dari daerah bahaya ke daerah yang lebih aman (Abrahams, 1994). Jalur evakuasi bencana adalah jalur yang telah direncanakan sebelumnya melalui jaringan jalan dengan mempertimbangkan jarak tempuh dan potensi bahaya (Tabasi & Fereshtepour, 2025). Kendaraan bermotor roda dua memiliki keunggulan fleksibilitas yang tinggi pada ruas jalan sempit yang terendam air (Litman, 2009). Sebaliknya kapasitas angkut mobil jauh lebih besar untuk mengamankan anggota keluarga dalam satu perjalanan evakuasi (Murray-Tuite & Wolshon, 2013). Efisiensi pergerakan ini sangat menentukan tingkat keselamatan warga menuju titik akhir evakuasi yang aman (Sugiarto *et al.*, 2019). Pemilihan moda transportasi dalam perencanaan jalur evakuasi menjadi pertimbangan yang mempengaruhi efektivitas perpindahan penduduk menuju tempat evakuasi. Kecepatan pergerakan pejalan kaki dipengaruhi oleh kedalaman air dan kecepatan aliran, di mana semakin dalam genangan banjir maka semakin lambat laju berjalan seseorang, terutama bagi masyarakat berpenghasilan rendah, penyandang disabilitas, dan kelompok rentan seperti lansia (Shirvani & Kesserwani, 2021). Berikut kriteria penentuan jalur evakuasi menurut Sahetapy *et al.* (2014) dan Jusuf & Nakoe. (2025):

Tabel 5. Kriteria Penentuan Jalur Evakuasi Kota Singkawang

No	Jenis Kriteria	Kondisi	Skor
1.	Waktu Tempuh	<20 menit	3
		20-60 menit	2
		>60 menit	1
2.	Kelerengan	<5% (Landai)	3

No	Jenis Kriteria	Kondisi	Skor
		5-10% (Agak Curam)	2
		>10% (Curam)	1
3.	Kondisi Jalan	Aspal/Beton	3
		Aspal rusak/Paving blok	2
		Tanah	1

Sumber: Sahetapy *et al.* 2016 dan Jusuf & Nakoe, 2025

Pada tabel diatas menunjukkan kriteria penentuan jalur evakuasi dengan waktu tempuh, kelerengan, dan kondisi jalan. Untuk waktu tempuh tercepat akan diberi skor tertinggi, sedangkan untuk kelerengan dengan memiliki klasifikasi landai akan diberi nilai tinggi untuk mempermudah proses menuju jalur evakuasi dengan melihat kondisi jalan terlebih dahulu.

2.6 Tempat Evakuasi Bencana

Tempat evakuasi dirancang untuk memberikan perlindungan sementara dengan mempertimbangkan aksesibilitas, kapasitas, dan jarak dari zona risiko (C. Lin & Chen, 2021). Kriteria tempat evakuasi adalah sekumpulan persyaratan yang harus terpenuhi oleh suatu tempat agar layak dijadikan tempat evakuasi dalam situasi bencana yang mencakup waktu tempuh, daya tampung, daya dukung MCK, instalasi kelistrikan dan air (BNPB, 2021). Penentuan tempat evakuasi mempertimbangkan tingkat kerentanan wilayah agar masyarakat dapat berlindung pada tempat aman (Carter, 2008). Tempat evakuasi diperuntukkan sebagai titik evakuasi idealnya berada di luar batas kawasan yang teridentifikasi memiliki kerentanan tinggi terhadap ancaman banjir, namun jika kondisi tersebut tidak dapat diwujudkan, bangunan pengganti wajib memenuhi kriteria elevasi yang melebihi proyeksi ketinggian muka air saat banjir dan memiliki integritas struktural yang cukup untuk bertahan (CDEMA, 2014). Tempat Evakuasi Sementara (TES) digunakan sebagai tempat awal untuk pengungsi sebagai penyelamatan warga terdampak dalam waktu singkat dari ancaman air berupa fasilitas umum seperti bangunan pemerintah, sekolah, tempat ibadah (Hasddin & Tamburaka, 2021). Menurut Fauzia *et al.* (2021) penentuan lokasi TES sebagai berikut:

1. Berada di luar area genangan banjir atau memiliki elevasi bangunan yang tinggi.
2. Dapat dijangkau pengungsi dengan waktu tercepat.
3. Umumnya memanfaatkan ruangan publik yang kokoh seperti masjid, sekolah, atau balai desa.

Tempat Evakuasi Akhir (TEA) digunakan sebagai pusat tempat utama yang memfasilitasi kebutuhan tempat tinggal jangka pendek bagi masyarakat terdampak saat fase

darurat ditempatkan (Efendi, 2021). Menurut Yusuf & Widjonarko. (2018) penentuan lokasi TEA sebagai berikut:

1. Berada mutlak di luar zona rawan bencana tingkat tinggi.
2. Memiliki luasan area yang cukup dengan pemenuhan standar ruang gerak minimal 3 (tiga) meter persegi per orang.
3. Dilengkapi fasilitas infrastruktur penunjang yang memadai seperti pasokan air bersih, sanitasi, medis dan instalasi dapur umum.

Khaerunnisa *et al.* (2010) menyebutkan bahwa TEA dan TES memiliki kerangka operasional beserta infrastruktur pendukung yang berbeda, Tempat Evakuasi akhir difokuskan pada pengelolaan tempat pengungsian jangka panjang melalui sistem barat terpadu dan pasokan logistik optimal, sedangkan TES hanya beroperasi dalam waktu singkat dalam merespons kondisi krisis menggunakan prasarana minimum. Menurut Peraturan Kepala (PerKa) Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Nomor 7 tahun 2008 tentang Pedoman Tata Cara Pemberian Bantuan Pemenuhan Dasar menyebutkan bahwa jenis bantuan tempat penampungan/hunian sementara diberikan dalam bentuk tenda-tenda, barak, atau gedung fasilitas umum/sosial, seperti tempat ibadah, gedung olahraga, balai desa, dan sebagainya yang memungkinkan untuk digunakan sebagai tempat tinggal sementara. Kapasitas maksimal suatu ruangan untuk dijadikan tempat evakuasi dihitung melalui perbandingan antara total luas bangunan dengan standar minimum untuk setiap orang yaitu 3 (tiga) meter persegi per orang berdasarkan PerKa BNPB Nomor 7 tahun 2008 tentang Pedoman Tata Cara Pemberian Bantuan Pemenuhan Dasar. Untuk daya tampung menurut KK berdasarkan SNI 03-1733-2004 yang menganggap 1 KK terkecil rata-rata terdiri dari lima orang (ayah, ibu, dan 3 anak). Berikut merupakan kriteria penentuan tempat evakuasi banjir menurut Sahetapy *et al.* (2014):

Tabel 6. Kriteria Penentuan Tempat Evakuasi Kota Singkawang

No	Jenis Kriteria	Kondisi	Skor
1.	Waktu Tempuh	< 20 menit	3
		20-60 menit	2
		< 60 menit	1
2.	Daya Tampung	> 20 KK	3
		5-20 KK	2
		< 5 KK	1
3.	Ketersediaan MCK	> 5 MCK	3
		2-5 MCK	2
		< 2 MCK	1

Sumber: Sahetapy et al. 2016

Pada tabel diatas menunjukkan kriteria penentuan tempat evakuasi kota singkawang yang mempertimbangkan waktu tempuh, daya tampung dan ketersediaan MCK. Tempat yang memiliki waktu tempuh tercepat diberikan skor tertinggi. Daya tampung dan MCK yang dapat menampung dan memiliki MCK lebih banyak akan diberikan skor tertinggi.

2.7 Isochrone

Isochrone adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan waktu tempuh yang sama dari suatu lokasi asal, pendekatan ini merupakan cara yang paling natural untuk memvisualisasikan dan mengukur aksesibilitas spasial berdasarkan ambang batas waktu perjalanan tertentu (Sullivan *et al.*, 2000). Pada perencanaan evakuasi bencana menggunakan *isochrone* bertujuan untuk memungkinkan penduduk terdampak mencapai lokasi aman dalam meminimalkan waktu yang singkat dengan menggunakan jaringan jalan dan transportasi yang tersedia ketika terjadi bencana (Tarihoran *et al.*, 2025). *Isochrone* memetakan parameter penting ketika evakuasi harus dilakukan dalam jangka waktu yang singkat demi keselamatan jiwa, sehingga *isochrone* memiliki konsep yang mirip dengan aksesibilitas layanan darurat yang menunjukkan pentingnya analisis waktu perjalanan dalam penanganan darurat dan keselamatan publik (Zhao & Zhou, 2024). Analisis aksesibilitas tempat evakuasi banjir sering menggunakan dua pendekatan utama, yaitu *network analysis* berbasis *service area* dan analisis *isochrone* berbasis waktu tempuh. Pendekatan *network analysis* dengan alat *service area* dalam GIS bekerja dengan mengidentifikasi seluruh segmen jaringan jalan yang dapat dijangkau dalam ambang batas waktu tertentu dari titik asal, sehingga menghasilkan area layanan yang mencerminkan kondisi jaringan jalan secara aktual dan berguna untuk menilai apakah lokasi tempat evakuasi sudah mencakup seluruh populasi yang membutuhkan (Yao *et al.*, 2021). Sementara itu, pendekatan berbasis kurva *isochrone* sebagai ukuran kumulatif aksesibilitas terbukti efektif dalam mengukur dampak kejadian banjir terhadap aksesibilitas, sekaligus menghasilkan visualisasi yang sangat mudah dipahami oleh pengambil kebijakan dan praktisi di lapangan (Mitropoulos *et al.*, 2025). *Isochrone* dipilih sebagai metode utama dalam penelitian ini karena, memungkinkan penghitungan cakupan populasi dalam rentang waktu tempuh berjalan kaki tertentu, sehingga secara langsung mendukung evaluasi kecukupan jumlah dan sebaran lokasi tempat evakuasi bagi seluruh penduduk terdampak banjir (Chelariu & Iat, 2022).