

BAB 2

KONSEP PERENCANAAN

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Bencana Alam

Bencana merupakan suatu peristiwa yang dapat terjadi secara tiba-tiba maupun perlahan, dan memiliki dampak serius terhadap kehidupan manusia, lingkungan, dan infrastruktur. Bencana timbul akibat adanya interaksi antara potensi bahaya (*hazard*) dan tingkat kerentanan (*vulnerability*) masyarakat atau wilayah tertentu. bencana adalah suatu peristiwa yang menyebabkan gangguan besar terhadap sistem ekologi, kehilangan jiwa, serta kerusakan sosial dan lingkungan, yang melampaui kemampuan masyarakat setempat untuk merespons tanpa bantuan dari luar (WHO, 2022).

Menurut Undang - Undang No 24 Tahun 2007 tentang penanggulangan bencana, Bencana merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan oleh faktor alam, non-alam, maupun manusia, sehingga mengakibatkan korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis. Bencana sebagai kondisi ekstrem yang menyebabkan terganggunya sistem sosial masyarakat secara luas, di mana masyarakat kehilangan kendali terhadap sumber daya dan lingkungan sekitarnya menunjukkan bahwa bencana juga memiliki dimensi sosial, ekonomi, dan psikologis yang kompleks (Susilowati, 2021). Disimpulkan bahwa bencana merupakan suatu fenomena multidimensi yang tidak hanya ditentukan oleh kekuatan peristiwa alamiah atau buatan, tetapi juga oleh tingkat kesiapsiagaan, kapasitas, dan kerentanan masyarakat dalam menghadapinya.

Dari berbagai perspektif tersebut, dapat disintesis bahwa bencana merupakan resultan dari tiga komponen utama: ancaman bahaya (*hazard*) baik alamiah maupun antropogenik, kerentanan (*vulnerability*) komunitas terpapar, dan kapasitas (*capacity*) masyarakat dalam menghadapi ancaman. Pemahaman ini penting dalam konteks mitigasi bencana tanah longsor, karena upaya pengurangan risiko tidak hanya fokus pada aspek fisik-geologis, tetapi juga penguatan kapasitas masyarakat dan perbaikan kondisi sosial-ekonomi yang memperburuk kerentanan.

2.1.2 Bencana Tanah Longsor

Tanah longsor merupakan salah satu bentuk bencana geologi yang tergolong dalam gerakan massa tanah atau batuan yang meluncur menuruni lereng akibat ketidakseimbangan kondisi tanah. Tanah longsor terjadi karena terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng, sehingga materialnya bergerak keluar lereng memicu pergerakan tanah dan batuan ke arah bawah, umumnya di wilayah perbukitan atau pegunungan dengan kemiringan tinggi (Kurniawan, 2017). Proses ini sangat dipengaruhi oleh curah hujan, tata guna lahan, jenis tanah, serta kondisi geologi wilayah. Bencana tanah longsor juga terjadi akibat pergerakan massa tanah yang terdiri dari batuan, tanah lapuk, maupun bahan rombakan lainnya ke daerah yang lebih rendah. Penyebab utamanya adalah air hujan yang meresap ke dalam tanah dan meningkatkan bobot tanah, sehingga memicu gesekan tanah yang menurun dan akhirnya menyebabkan kelongsoran lereng (Ryan et al., 2020).

Ancaman bencana atau hazard merupakan kondisi alam atau kejadian yang berpotensi menimbulkan kerugian terhadap kehidupan manusia, lingkungan, dan harta benda. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana bahwa ancaman bencana adalah suatu peristiwa atau rangkaian peristiwa yang dapat mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat, Ancaman longsor dapat dipetakan melalui kerawanan bencana longsor menunjukkan tingkat kemungkinan kejadian. Potensi bencana longsor merujuk kepada indikasi lokasi terjadinya bencana dan menimbulkan dampak kepada masyarakat dalam pedoman Pengkajian Risiko Bencana menjelaskan bahwa identifikasi potensi bencana longsor dengan mengintegrasikan peta ancaman dengan informasi riwayat kejadian bencana dan keterpaparan penduduk.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 22 Tahun 2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor memberikan kriteria teknis kawasan rawan longsor sebagai kawasan yang memiliki curah hujan rata-rata tinggi (di atas 2.500 mm/tahun), kemiringan lereng yang curam (lebih dari 40%), serta karakteristik tanah dan batuan yang rentan terhadap gangguan stabilitas. Kriteria ini menjadi acuan legal dalam penataan ruang wilayah rawan bencana di Indonesia (Permen PU No. 22/2007). Dalam konteks pengelolaan risiko bencana mencakup tiga aspek utama karakteristik geomorfologi dan geologi yang menentukan tingkat bahaya intrinsik suatu lereng; faktor pemicu seperti curah hujan ekstrem atau aktivitas antropogenik dan elemen yang terpapar (*exposed elements*) seperti permukiman, infrastruktur, dan aktivitas ekonomi masyarakat.

2.1.3 Penyebab Terjadinya Bencana Longsor

Bencana longsor atau gerakan tanah secara definitif merupakan perpindahan material pembentuk lereng, yang dapat berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau campuran dari material-material tersebut, yang bergerak ke bawah atau keluar lereng. Proses ini terjadi ketika gaya pendorong pada lereng melampaui gaya penahanan yang dimiliki oleh material penyusun lereng tersebut. Secara umum, para ahli mengklasifikasikan faktor penyebab longsor ke dalam dua kategori utama: faktor alamiah (faktor pengontrol) dan faktor pemicu, yang dapat berasal dari alam maupun aktivitas manusia (Karnawati, 2007). Faktor-faktor penyebab longsor dapat diuraikan sebagai berikut:

Faktor pengontrol adalah kondisi-kondisi alamiah yang melekat pada suatu lereng yang menyebabkannya rentan untuk bergerak. Faktor-faktor ini bersifat statis atau berubah dalam kurun waktu yang sangat lama. Beberapa faktor pengontrol utama antara lain:

1. Kondisi Geologi: Ini mencakup jenis batuan, struktur geologi (patahan dan kekar), serta tingkat pelapukan batuan. Seperti Batuan yang lapuk tebal dan bersifat lunak atau memiliki lapisan bidang lemah dan lebih rentan terhadap longsor.
2. Kondisi Kemiringan Lereng: Lereng dengan kemiringan yang terjal (umumnya di atas 30 derajat) memiliki gaya pendorong yang lebih besar sehingga lebih rawan longsor. Bentuk lereng (cekung atau cembung) juga memengaruhi konsentrasi aliran air permukaan dan air tanah.
3. Kondisi Tanah: Jenis dan ketebalan tanah pelapukan sangat berpengaruh. Tanah dengan kandungan lempung yang tinggi seperti tanah vulkanik memiliki sifat mudah mengembang saat basah dan menyusut saat kering, yang dapat memicu retakan dan mengurangi kestabilan.
4. Curah Hujan Tinggi: Ini adalah pemicu paling umum di daerah tropis seperti Indonesia. Curah hujan dengan intensitas tinggi dan durasi lama menyebabkan air meresap (infiltrasi) ke dalam tanah hingga mencapai kondisi jenuh (saturasi), meningkatkan tekanan air pori (*pore water pressure*) dan menurunkan kuat geser tanah. Kondisi tersebut menyebabkan kestabilan lereng menurun sehingga berpotensi menimbulkan longsor (Octaviarini et al, 2023)

Pembangunan permukiman di lereng curam tanpa rekayasa geoteknik yang memadai menambah beban pada lereng sekaligus mengubah pola aliran air permukaan. Pemotongan kaki lereng (*toe cutting*) untuk pembangunan jalan atau bangunan menghilangkan massa penyangga yang menahan lereng bagian atas. Deforestasi dan alih fungsi lahan dari hutan menjadi pertanian atau permukiman mengurangi efek perakaran vegetasi yang berfungsi

sebagai "paku biologis" (*biological anchors*) yang mengikat massa tanah, sistem irigasi dan pembuangan limbah domestik yang tidak terkelola menyebabkan peningkatan kadar air tanah secara kronik, yang menurunkan faktor keamanan lereng secara progresif. Pemahaman terhadap faktor pengontrol dan pemicu ini esensial dalam analisis kerawanan longsor. Konteks penelitian ini, parameter yang digunakan (kemiringan lereng, jenis tanah, geologi, curah hujan, dan tutupan lahan) merepresentasikan kombinasi faktor pengontrol dan pemicu yang paling relevan dengan karakteristik Kecamatan Cepogo sebagai wilayah vulkanik dengan curah hujan tinggi.

Enam kriteria kerentanan longsor yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada pedoman yang diterapkan oleh BPBD Kabupaten Boyolali serta rujukan dari Naryanto (2019) mengenai penentuan kawasan rawan longsor. Kriteria tersebut digunakan karena merupakan indikator kondisi lapangan yang dapat diamati secara langsung dan mencerminkan keadaan fisik lereng. Adapun kriteria yang dimaksud meliputi wilayah berada pada perbukitan atau pegunungan, adanya retakan tanah, tidak adanya sistem drainase di sekitar lokasi, keberadaan bangunan yang berada dekat dengan titik rawan, pepohonan yang tampak miring, serta adanya riwayat kejadian longsor sebelumnya. Seluruh kriteria tersebut dipilih karena dinilai mewakili kondisi medan dan tanda-tanda ketidakstabilan lereng yang umum ditemukan pada daerah dengan potensi longsor.

Penggunaan enam kriteria tersebut juga dimaksudkan agar proses penilaian tingkat kerawanan dapat dilakukan secara lebih sistematis dan terukur. Penelitian ini, tingkat kerawanan ditentukan berdasarkan jumlah kriteria yang terpenuhi pada setiap titik pengamatan. Titik yang memenuhi empat hingga enam kriteria dikategorikan sebagai rawan longsor, sedangkan titik yang hanya memenuhi satu hingga tiga kriteria dikategorikan memiliki tingkat kerawanan lebih rendah. Pendekatan ini mengikuti prinsip yang digunakan oleh BPBD Kabupaten Boyolali dan Naryanto (2019), yaitu bahwa semakin banyak indikator yang muncul di suatu lereng, maka semakin besar potensi terjadinya longsor.

2.1.4 Kerawanan Bencana Longsor

Kerawanan bencana longsor (*landslide susceptibility*) didefinisikan sebagai tingkat kecenderungan atau kemungkinan suatu wilayah untuk mengalami longsor berdasarkan karakteristik lingkungan. Penilaian kerawanan tidak memperhitungkan faktor waktu (kapan longsor akan terjadi), melainkan berfokus pada di mana longsor berpotensi terjadi. Penilaian kerawanan longsor pada dasarnya adalah proses analisis spasial untuk mengidentifikasi dan

memetakan zona-zona dengan tingkat kerawanan yang berbeda. Praktiknya, metode yang umum digunakan adalah metode skoring dan pembobotan terhadap parameter-parameter penyebab longsor. Setiap parameter (seperti kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, dan penggunaan lahan) diberi nilai (skor) dan bobot sesuai tingkat pengaruhnya. Akumulasi dari skor dan bobot tersebut akan menghasilkan peta kerawanan longsor yang mengklasifikasikan wilayah ke dalam tingkatan kerawanan rendah, sedang, dan tinggi (Prandyasari, 2023). Kerawanan longsor ini menjadi informasi dasar yang sangat penting untuk kegiatan mitigasi bencana, baik secara struktural seperti pembangunan dinding penahan, maupun non-struktural seperti penyuluhan masyarakat dan perencanaan tata ruang wilayah (Dani et al., 2022).

Tabel 2. 1 Parameter Bencana Longsor

Parameter	Besaran	Keterangan	Skor	Bobot
Kemiringan Lereng	<8%	Datar	1	20%
	8-15%	Landai	2	
	15-25%	Agak curam	3	
	25-45%	Curam	4	
	>45%	Sangat Curam	5	
Curah Hujan Tahunan (mm/tahun)	<1000	Sangat rendah	1	30%
	1000-2000	Rendah	2	
	2000-2500	Sedang	3	
	2500-3000	Tinggi	4	
	>3000	Sangat tinggi	5	
Jenis Tanah	Aluvial, planosol, hidromorf kelabu, laterit air tanah	Tidak peka	1	10%
	Latosol	Agak peka	2	
	Mediteran, kambisol, tanah <i>brown forest</i> ,	Kurang peka	3	
	Vertisol, andosol, grumosol,	Peka	4	
	Litosol, organosol, rendzina, regosol	Sangat peka	5	
Geologi	Bahan Alluviaal	Rendah	1	20%
	Bahan Sedimen	Sedang	2	
	Bahan Vulkanik	Tinggi	3	
Tutupan Lahan	Tambak, Waduk, perairan.	Sangat rendah	1	20%
	Permukiman/kota, Bandara	Rendah	2	
	Perkebunan dan Hutan	Sedang	3	
	Semak Belukar	Tinggi	4	

Parameter	Besaran	Keterangan	Skor	Bobot
	Tegalan dan Sawah.	Sangat tinggi	5	
Total				100%

Sumber : Rahmad, 2018

Penentuan bobot ini bersifat spesifik dan disesuaikan dengan karakteristik Kecamatan Cepogo sebagai wilayah vulkanik dengan curah hujan tinggi. Bobot lebih besar pada parameter curah hujan didasarkan pada data BPBD Kabupaten Boyolali yang menunjukkan bahwa mayoritas kejadian longsor terjadi saat musim penghujan dengan intensitas curah hujan ekstrem. Verifikasi bobot juga dilakukan melalui wawancara dengan stakeholder lokal (BPBD dan DPUPR) untuk memastikan relevansi dengan kondisi lapangan. Penetapan 3 kelas kerawanan berdasarkan Permen PU No 22 Tahun 2007 serta mempermudah dalam proses pengambilan keputusan pemerintah daerah, Dimana kelas tinggi ditetapkan sebagai zona tidak aman karena kondisi geofisiknya sangat labil, di mana longsor sering terjadi baik dalam skala lama maupun baru, Kelas sedang didefinisikan sebagai zona waspada namun masih dalam kategori aman untuk aktivitas dengan mitigasi struktural, karena meskipun longsor dapat terjadi jika ada gangguan lereng atau curah hujan ekstrem dengan pengawasan ketat. Sementara kelas rendah dikategorikan sebagai zona aman karena memiliki karakteristik lereng yang stabil dan risiko pergerakan tanah minimal, Parameter dan pembobotan ini sudah di observasi melalui dinas BPBD untuk memastikan relevansi kondisi di Kecamatan Cepogo.

2.1.5 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah sebuah sistem berbasis komputer yang dirancang untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisis, mengelola, dan menampilkan semua jenis data yang bereferensi geografis (Yuwono et al., 2015). Pada dasarnya, SIG bekerja dengan mengintegrasikan data dari dunia nyata ke dalam database digital, di mana setiap objek geografis (misalnya, jalan, sungai, atau bangunan) diwakili oleh data lokasi (koordinat) dan data atribut (deskripsi non-geografis, seperti nama atau jenis). Proses kerja SIG melibatkan beberapa tahapan utama. Input Data (mengumpulkan data dari peta, survei lapangan, atau citra satelit), Manajemen Data (menyimpan dan mengelola data dalam format terstruktur), Analisis Spasial (menerapkan fungsi-fungsi seperti *overlay*, *buffering*, dan analisis jaringan untuk menemukan hubungan antar objek), dan Output Data (menghasilkan peta dan grafik)

Analisis kerawanan bencana longsor, SIG memegang peranan vital. SIG memungkinkan dilakukannya analisis *overlay* (tumpang susun) terhadap berbagai peta parameter penyebab longsor. Sebagaimana dijelaskan oleh (Rahmad, 2018), SIG digunakan untuk melakukan tumpang susun (*overlay*) peta-peta tematik seperti peta kemiringan lereng, curah hujan, penggunaan lahan, dan geologi. Melalui operasi matematis pada setiap lapisan data tersebut (seperti pembobotan dan skoring), SIG dapat menghasilkan sebuah peta kerawanan longsor (Mulyasari et al., 2023). Parameter fisik berbasis Sistem Informasi Geografis digunakan untuk memodelkan tingkat kerawanan bencana tanah longsor secara spasial, sedangkan indikator kondisi lapangan digunakan sebagai instrumen observasi untuk memastikan kesesuaian hasil pemodelan dengan kondisi aktual lereng.

2.1.6 Tempat Evakuasi Sementara

Tempat Evakuasi Sementara (TES) merupakan fasilitas penting dalam upaya mitigasi bencana, khususnya di daerah rawan tanah longsor. TES berfungsi sebagai lokasi perlindungan sementara bagi masyarakat terdampak sebelum mendapatkan bantuan lebih lanjut atau dipindahkan ke tempat yang lebih aman. Penentuan lokasi TES harus mempertimbangkan tingkat kerawanan wilayah terhadap longsor, aksesibilitas, dan ketersediaan lahan yang aman. Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat membantu dalam mengidentifikasi area yang cocok untuk dijadikan TES (Firdaus, 2014).

Tabel 2. 2 Kriteria Tempat Evakuasi Sementara

Sumber	Tempat Evakuasi
Permen PU Nomor 22 Tahun 2007 .	Tempat Evakuasi berada pada zona aman terletak pada kemiringan lereng <15% dan tidak berada pada zona rawan bencana.
Perka BNPB Nomor 3 Tahun 2018.	Tempat penampungan dapat berupa fasilitas umum dan sosial untuk tempat hunian sementara.

Penentuan Bangunan yang dapat digunakan dalam penampungan pada saat evakuasi sementara saat akan terjadinya bencana dilakukan dengan cara mengidentifikasi sarana melalui pengolahan data, interpretasi citra satelit yang kemudian di observasi lapangan untuk menilai jenis dan kelayakan sarana yang dapat digunakan sebagai tempat evakuasi sementara berikut merupakan kriteria penentuan tempat evakuasi sementara sebagai berikut.

1. Bangunan tempat evakuasi berada pada zona aman dari bahaya bencana.
2. Bangunan yang memenuhi ketentuan sebagai tempat evakuasi sementara adalah sarana seperti bangunan perkantoran, masjid, sekolah dan kesehatan.
3. Memiliki kapasitas yang cukup digunakan untuk evakuasi sementara.

Penentuan lokasi TES yang optimal tidak hanya bergantung pada kriteria spasial, tetapi juga pada aspek non-spasial terutama kelayakan bangunan . Dinas BPBD hasil wawancara lampiran 5 No 4 menyebutkan Bangunan yang layak digunakan sebagai TES umumnya berupa fasilitas umum dan sosial, seperti bangunan perkantoran, balai Desa, masjid, sekolah, dan pusat kesehatan, karena memiliki daya tampung dan infrastruktur dasar yang memadai dan tempat evakuasi sementara digunakan maksimal 2 – 3 hari (BNPB, 2013). Evakuasi bencana longsor di Kabupaten Boyolali, BPBD menekankan bahwa TES sebaiknya berfungsi sebagai lokasi transisi cepat sesudah masyarakat dari check poin (tempat aman terdekat) dan TES tidak mengganggu aktivitas masyarakat sehari-hari di lokasi evakuasi, menunjukkan bahwa TES adalah titik aman pertama sebelum koordinasi bantuan dan evakuasi lebih lanjut dilakukan. Berdasarkan kriteria tersebut proses penentuan TES dilakukan menggunakan eliminasi menerapkan kriteria keselamatan dan kelayakan sebagai pembatas (*hard constraints*) dalam analisis spasial. Seluruh sarana yang teridentifikasi kemudian eliminasi sehingga menghasilkan fasilitas TES yang memenuhi kriteria tersebut (Firdaus, 2014).

2.1.7 Jalur Evakuasi

Jalur evakuasi merupakan jalur yang dipergunakan untuk pemindahan secara cepat dan langsung bagi masyarakat menjauhi bahaya sebagai langkah mitigasi prabencana yang dilakukan sebagai upaya perencanaan dalam mengurangi kerugian baik materi dan non materi dengan menentukan jalur yang menuju ke tempat ruang evakuasi yang digunakan masyarakat sebagai tempat menjauhi lokasi potensi rawan bencana.

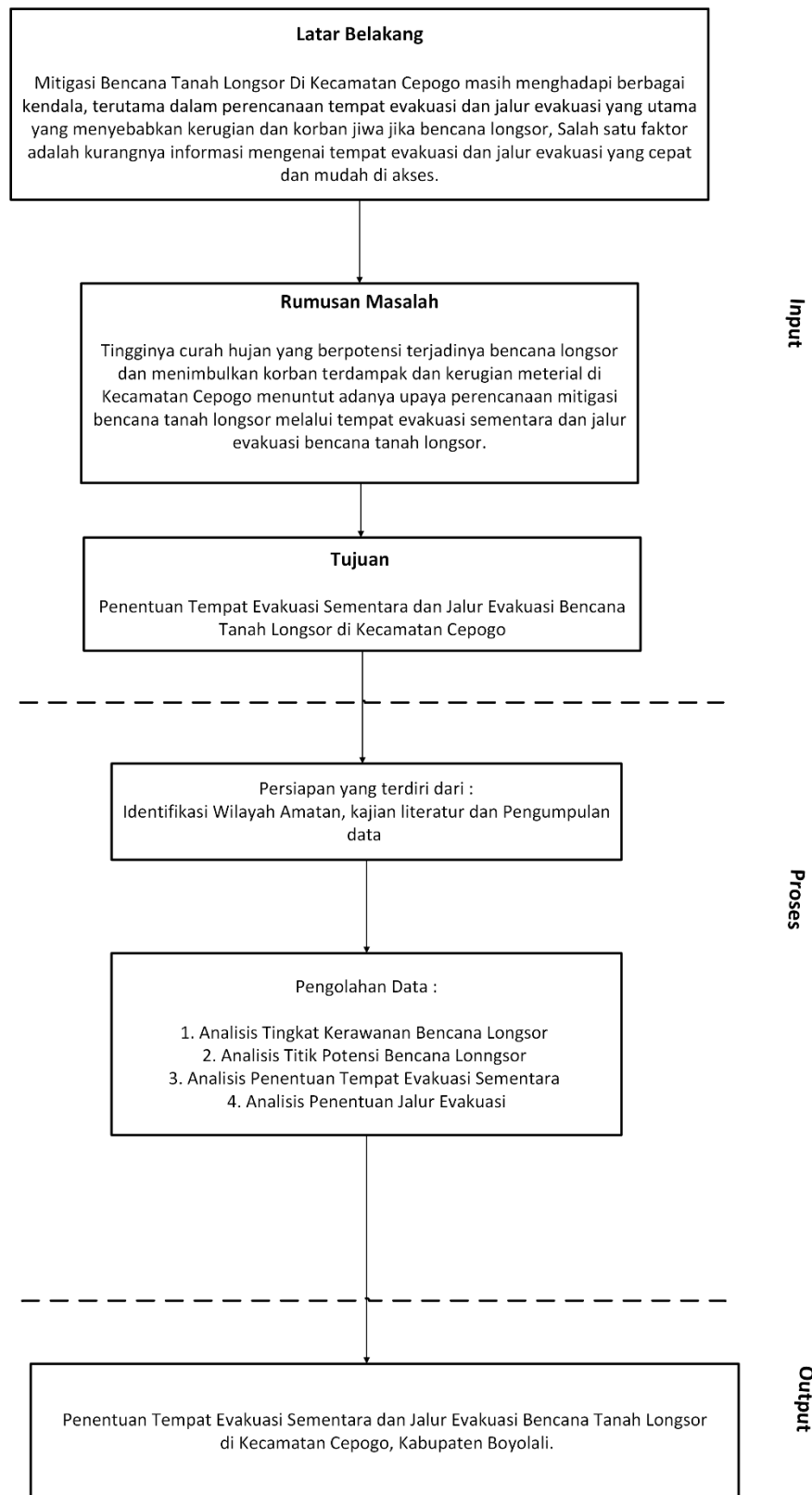
Jalur evakuasi merupakan strategi dalam mitigasi bencana, Jalur ini berfungsi sebagai rute yang telah di tentukan untuk mengarahkan individu atau kelompok dari area yang terancam bahaya menuju lokasi yang lebih aman, Perencanaan jalur evakuasi yang efektif sangat krusial berperan langsung dalam upaya meminimalisir korban jiwa dan kerugian akibat terjadinya bencana dan sesudah bencana. Terdapat karakteristik utama dalam merencanakan jalur evakuasi

1. Keamanan Jalur : Rute evakuasi harus terbebas dari ancaman dari bencana yang membayakan saat proses evakuasi, memastikan jalur tidak melewati area curam dan potensi bencana lainnya. Rute evakuasi harus dipastikan tidak memiliki potensi bahaya yang dapat menghambat atau membahayakan proses evakuasi kecuali jalan tersebut jalan satu-satunya.
2. Jarak dan waktu tempuh : Jalur evakuasi harus dirancang sebagai rute terpendek dan tercepat dari lokasi bencana ke titik kumpul yang aman. Jarak tempuh ideal untuk jalur evakuasi umumnya tidak lebih dari 5 km agar dapat di jangkau oleh masyarakat dalam proses menuju ke tempat evakuasi sementara (Urufi, 2019).
3. Kelayakan dan Akseibilitas Jalur : Jalur evakuasi harus layak digunakan mudah di lalui masyarakat semua usia, Kondisi fisik dan sturktur bangunan jalan yang baik sangat berpengaruh dalam kelancaran proses evakuasi bencana.

Untuk mencapai kriteria jarak dan waktu tempuh optimal secara ilmiah, perencanaan jalur evakuasi modern sangat bergantung pada teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG), khususnya fungsi Analisis Jaringan (*Network Analysis*). *Network Analysis* memungkinkan pemodelan jaringan jalan untuk menghitung rute tercepat dan terpendek dari setiap titik lokasi rawan ke TES (Shabrina & Ahmad, 2024). Perencanaan evakuasi permukiman, nilai kecepatan berjalan tersebut digunakan sebagai pendekatan konservatif dengan mempertimbangkan kondisi darurat, Kecepatan rata-rata berjalan orang sehat dalam proses evakuasi dapat mencapai sekitar 6,44 km/jam, sedangkan individu dengan keterbatasan fisik memiliki kecepatan berjalan sekitar 3,22 km/jam (Aji, 2019). Selain evakuasi berjalan kaki, pergerakan menggunakan kendaraan juga diperhitungkan, dengan asumsi kecepatan kendaraan berkisar antara 20–30 km/jam untuk merepresentasikan kondisi evakuasi darurat yang realistis dan aman. Dengan memanfaatkan fungsi seperti Fasilitas Terdekat (*Closest Facility*) .

2.2 Kerangka Perencanaan.

Kerangka perencanaan merupakan suatu rancangan kegiatan dalam mengkaji fenomena dari awal hingga tahap akhir. Konsep perencanaan didahului dengan latar belakang sampai output yang akan dihasilkan. Berikut merupakan kerangka pikir dalam tugas akhir.



Sumber : Peneliti, 2026.

Gambar 2. 1 Bagan Konsep Penentuan Tempat Evakuasi dan Jalur Evakuasi.