

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu masalah lingkungan yang dialami kota-kota besar di Indonesia. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan air yang disebabkan kurangnya kapasitas penampang saluran. Banjir tersebut dapat berupa banjir lokal maupun banjir kiriman yang dialiri dari wilayah yang lebih tinggi. Banjir di bagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gerusnya besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan di bagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang.

Kejadian banjir dapat terjadi karena beberapa faktor salah satunya adalah intensitas curah hujan. Hujan yang berlangsung secara terus menerus akan mengakibatkan tingginya genangan air. Tingginya curah hujan meningkatkan debit air sungai, dan saluran drainase yang buruk akan menahan aliran air. Intensitas curah hujan yang tinggi dapat memperbesar kejadian banjir. Banjir menjadi masalah dan berkembang menjadi bencana ketika banjir tersebut mengganggu aktivitas manusia bahkan membawa korban jiwa dan harta benda.

Kota Makassar merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang memiliki luas area 175, 77 km² sekaligus Ibukota dari Provinsi Sulawesi Selatan. Kota Makassar berada di tepi pantai Laut Sulawesi tepatnya di Teluk Makassar. Berdasarkan letak geografisnya, Kota Makassar Berada di 199°24'17'38" Bujur Timur dan 5°8'6'19" Lintang Selatan. Dilihat dari skala nasional dan global, Kota Makassar terletak di Pasifik Rim dan berfungsi sebagai pintu gerbang ke kawasan Asia Pasifik dan pada skala regional merupakan kota utama (*primate city*) di Provinsi Sulawesi Selatan dan sekitarnya. Sedangkan secara administrasi kota Makassar terbagi atas 15 Kecamatan dan 150 Kelurahan dengan 1.094 RW dan 1.005 RT (Sumber: BPS, 2023). Ketinggian kota Makassar bervariasi antara 0 – 25 meter dari permukaan laut dengan suhu udara antara 20° C sampai dengan 32° C. Kota Makassar diapit dua buah sungai yaitu: sungai Tallo' yang bermuara di sebelah utara kota dan sungai Jeneberang yang bermuara pada bagian selatan kota.

Kecamatan Manggala adalah salah satu kecamatan yang berada di Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Kelurahan ini memiliki luas wilayah 24,14 km² yang terdiri dari 8 kelurahan. Secara astronomis, kelurahan ini berada pada titik koordinat 5,1752° Lintang Selatan dan 119,4935° Bujur Timur. Kecamatan Manggala tercatat

72.409 jiwa. Wilayah Kecamatan Manggala berada di bagian timur Kota Makassar. Kecamatan Manggala berbatasan langsung dengan Kabupaten Maros di sebelah timur dan Kabupaten Gowa di sebelah selatan. Di sebelah utara, Kecamatan Manggala berbatasan dengan Kecamatan Tamalanrea, sedangkan di sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Panakkukang.

Dalam sebuah artikel yang dikeluarkan oleh BPBD Kota Makassar Tahun 2022, di Kota Makassar banjir terjadi hampir setiap tahunnya. Banjir pada umumnya terjadi pada bulan Desember – Februari, yaitu pada saat curah hujan tertinggi pada tiap tahunnya. Kejadian banjir tahun 2022 di Kecamatan Manggala tepatnya di Kelurahan Manggala, Kelurahan Tamangapa dan Kelurahan Antang. Curah hujan tinggi yang mengguyur Kota Makassar dengan ketinggian air mencapai 1,5 m yang didapatkan dari hasil survei wilayah yang dilakukan BPBD. Data dari survei lapangan tersebut kemudian dipetakan dengan menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis). Dengan dipetakan, maka dapat dilihat seluruh wilayah Kecamatan Manggala yang terdampak banjir serta ketinggian banjir.

Penelitian yang dilakukan oleh Johnson (2018) menunjukkan bahwa faktor spasial juga berperan dalam meningkatkan risiko banjir di suatu wilayah. Dengan menggunakan pendekatan spasial, penelitian ini dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai banjir yang terjadi di Kecamatan Manggala. Dengan demikian, analisis dampak banjir berbasis spasial penting dilakukan guna mengidentifikasi area yang rentan terhadap banjir.

Mengingat begitu besarnya dampak banjir terhadap banyaknya korban yang dapat ditimbulkan maka diperlukan survei dan pemetaan untuk menentukan zona rawan banjir di Kecamatan Manggala untuk mengantisipasi kerugian yang dapat diakibatkan bencana banjir.

Besar kecilnya dampak yang ditimbulkan tergantung dari bahaya banjir dan kerentanan suatu wilayah, di mana semakin luas dan tinggi genangan air dan semakin rentan suatu wilayah maka akan semakin besar dampak yang ditimbulkan. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan **"Analisis Dampak Genangan Akibat Banjir Di Kecamatan Manggala Berbasis Spasial"**.

1.2 Rumusan Masalah

Seperti yang telah dijelaskan dalam latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana distribusi luas dan ketinggian genangan di Kecamatan Manggala, khususnya di Kelurahan Manggala, Tamangapa dan Antang?
2. Wilayah mana yang memiliki dampak paling besar akibat dari genangan?
3. Bagaimana indeks nilai risiko akibat genangan?

1.3 Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak banjir yang terjadi di Kecamatan Manggala khususnya Kelurahan Manggala, Antang dan Tamangapa.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Menganalisis luas dan ketinggian genang di Kecamatan Manggala.
2. Mengetahui wilayah yang memiliki dampak paling besar.
3. Menganalisis indeks nilai risiko akibat genangan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan informasi daerah rawan banjir di Kecamatan Manggala agar bermanfaat bagi masyarakat sehingga dapat meningkatkan kewaspadaan terhadap banjir ataupun penyesuaian penggunaan lahan yang tepat, selain itu, hasil dari penelitian ini juga diharapkan dapat bermanfaat bagi para perencana dan pengambil kebijakan dalam menetapkan program Pembangunan dan pengolahan daerah yang rawan banjir.
2. Dari penelitian ini, dapat memberi informasi tentang pemetaan daerah yang rawan terhadap banjir dengan menggunakan sistem informasi geografis berbasis spasial.

1.5 Ruang Lingkup

Agar tidak terlalu jauh dari rumusan masalah, maka ruang lingkup dalam penelitian ini adalah berfokus pada hal-hal yang berkaitan dengan dampak genangan dengan menganalisis data secara spasial di Kecamatan Manggala.

1.6 Teori

1.6.1 Banjir

Pengertian banjir dalam Peraturan pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2011 tentang Sungai adalah meluapnya air Sungai melebihi palung Sungai. Menurut Bakornas PB dalam buku Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia Edisi II (2007:17), banjir adalah aliran sungai yang tingginya melebihi muka air normal sehingga melimpas dari palung sungai menyebabkan

adanya genangan pada lahan rendah disisi Sungai. Aliran air limpasan tersebut yang semakin meninggi, mengalir dan melimpas ke muka tanah yang biasanya tidak melewati aliran air.

Untuk negara tropis, berdasarkan sumber airnya, air yang berlebihan tersebut dapat dikategorikan dalam empat kategori:

- Banjir yang disebabkan oleh hujan lebat yang melebihi kapasitas penyaluran sistem pengaliran air yang terdiri dari sungai alamiah dan sistem drainase buatan manusia.
- Banjir yang disebabkan meningkatnya muka air di sungai sebagai akibat pasang laut maupun meningginya gelombang laut akibat badai.
- Banjir yang disebabkan oleh kegagalan bangunan air buatan manusia seperti bendungan, bendung, tanggul.
- Banjir akibat kegagalan bendungan alam atau penyumbatan aliran sungai akibat runtuhnya/longsornya tebing sungai. Ketika sumbatan/bendungan yang tidak dapat menahan tekanan air maka bendungan akan hancur, air sungai yang terbandung mengalir deras sebagai banjir bandang. Contoh kasus banjir bandang jenis ini terjadi pada banjir di Bohorok, Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara.

1.6.1.1 Faktor-Faktor Penyebab Banjir

Secara umum faktor penyebab terjadinya banjir dapat dikategorikan menjadi dua hal, yaitu karena sebab-akibat alami dan karena tindakan manusia. Yang termasuk dalam sebab akibat yaitu:

a. Curah Hujan

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang dapat tertampung air sebanyak satu liter. Sedangkan intensitas curah hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu. Apabila dikatakan intensitasnya besar berarti hujan lebat dan kondisi ini sangat berbahaya karena dapat menimbulkan genangan (Sri Maulidani, 2019). Secara umum,

beberapa kriteria intensitas curah hujan yang dapat menyebabkan banjir dan genangan yaitu:

- Curah Hujan Lebat, curah hujan antara 50-100 mm/hari sudah dapat menyebabkan genangan di beberapa daerah, terutama jika drainase buruk atau jenuh tanah. Hujan Ekstrem, lebih dari 100 mm/hari sangat berisiko memicu banjir besar, terutama di wilayah perkotaan dan dataran rendah
- Hujan berintensitas Tinggi, dalam waktu singkat intensitas curah hujan yang tinggi, misalnya lebih dari 400 mm/jam, dapat menyebabkan limpasan permukaan yang cepat karena air tidak sempat meresap ke dalam tanah. Kondisi ini sering kali memicu genangan besar dalam waktu singkat.
- Hujan dengan durasi lama, meskipun intensitas hujan sedang (200-400 mm/jam), durasi hujan yang berlangsung lama (misalnya 24 atau lebih) dapat menyebabkan banjir, terutama di wilayah yang sudah memiliki tanah jenuh akibat hujan sebelumnya.

Berdasarkan Peraturan BMKG No. 9 Tahun 2019, tabel kategori umum intensitas curah hujan sebagai berikut:

Tabel 1 Kategori Intensitas Curah Hujan

Kategori Hujan	Intensitas (mm/perjam)
Hujan ringan	< 20
Hujan normal	20 - 50
Hujan lebat	50 - 100
Hujan sangat lebat	>100

Sumber: BMKG, 2019

b. Pengaruh fisiografi

Fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk, dan kemiringan Daerah Pengaliran Sungai (DPS), kemiringan sungai, Geometrihidrolik (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, material dasar sungai), lokasi sungai.

c. Erosi dan sedimentasi

Erosi di Daerah Pengaliran Sungai (DPS) berpengaruh terhadap kapasitas penampungan sungai, karena tanah yang tererosi pada Daerah Pengaliran Sungai (DPS) tersebut apabila terbawa air hujan ke sungai akan mengendap dan menyebabkan terjadinya sedimentasi. Sedimentasi akan mengurangi kapasitas sungai dan saat terjadi aliran yang melebihi kapasitas sungai dapat menyebabkan banjir.

d. Kapasitas sungai

Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai disebabkan oleh pengendapan yang berasal dari erosi dasar sungai dan tebing sungai yang berlebihan, karena tidak adanya vegetasi penutup.

e. Topografi

Kelandaian lahan sangat mempengaruhi timbulnya banjir terutama pada lokasi dengan topografi dasar dan kemiringan rendah, seperti pada kota-kota pantai. Hal ini menyebabkan kota-kota pantai memiliki potensi/peluang terjadinya banjir yang besar disamping dari ketersediaan saluran drainase yang kurang memadai, baik saluran utama maupun saluran yang lebih kecil.

f. Pengaruh air pasang

Air laut memperlambat aliran sungai ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi, maka tinggi genangan/banjir menjadi lebih tinggi karena terjadi aliran balik (*back water*).

g. Perubahan kondisi daerah pengaliran sungai

Perubahan Daerah Pengaliran Sungai (DPS) seperti penggundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota dan perubahan tata guna lainnya dapat memperburuk masalah banjir karena berkurangnya daerah resapan air dan sedimen yang terbawa ke sungai akan memperkecil kapasitas sungai mengakibatkan meningkatnya aliran sungai.

h. Kawasan kumuh

Perumahan kumuh yang terdapat bantaran sungai merupakan penghambat aliran sungai. Dalam Peraturan Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 28 Tahun 2015 disebutkan bahwa untuk bangunan yang berada di sepanjang sungai, jarak minimal rumah

i. Sampah

Pada umumnya mereka langsung membuang sampah ke sungai. Di kota-kota besar hal ini sangat mudah dijumpai. Pembuangan sampah di alur sungai dapat meningkatkan muka air banjir karena menghalangi aliran.

1.6.1.2 Dampak Genangan

Banjir dapat mengakibatkan kerugian berupa korban manusia dan harta, baik milik perorangan maupun milik umum yang dapat mengganggu dan bahkan melumpuhkan kegiatan sosial-ekonomi penduduk. Uraian rincian tentang korban manusia dan kerusakan pada harta benda dan prasarana umum diuraikan sebagai berikut: (Bakornas PB, 2007)

1. Manusia

- Jumlah penduduk yang meninggal
- Jumlah penduduk yang hilang
- Jumlah penduduk yang luka-luka
- Jumlah penduduk yang mengungsi

2. Prasarana Umum

- Prasarana transportasi yang tergenang, rusak dan hanyut, di antaranya: jalan, jembatan dan bangunan lainnya; jalan kereta api, stasiun kereta api terminal bus, jalan akses dan kompleks pelabuhan.
- Fasilitas sosial yang tergenang, rusak dan hanyut di antaranya: sekolah, rumah ibadah, pasar, gedung pertemuan, puskesmas, rumah sakit, kantor pos, dan fasilitas sosial lainnya.
- Fasilitas pemerintah, industri-jasa, dan fasilitas strategis lainnya: kantor instansi pemerintah, kompleks industri, kompleks perdagangan, instansi listrik, pembangkit listrik, jaringan distribusi gas, instalasi telekomunikasi yang tergenang, rusak dan hanyut serta dampaknya, misal berapa lama fasilitas-fasilitas terganggu sehingga tidak dapat memberikan layanannya.
- Prasarana pertanian dan perikanan: sawah beririgasi dan sawah tadah hujan yang terganggu dan puso (penurunan atau kehilangan produksi), tambak, perkebunan, ladang, gudang pangan dan peralatan pertanian dan perikanan

yang tergenang (tergenang lebih dari tiga hari dikategorikan rusak) dan rusak (terjadi penurunan atau kehilangan produksi) karena banjir.

- Prasarana pengairan: bendungan, bendung, tanggul, jaringan irigasi, jaringan drainase, pintu air, stasiun pompa, dan sebagainya.

3. Harta Benda Perorangan

- Rumah tinggal yang tergenang, rusak dan hanyut
- Harta benda (aset) di antaranya modal, barang produksi dan perdagangan, mobil, perabotan rumah tangga, dan lainnya yang tergenang, rusak dan hilang.
- Sarana pertanian-peternakan-perikanan: peternakan unggas, peternakan hewan berkaki empat, dan ternak yang mati dan hilang. Perahu dermaga dan sarana perikanan yang rusak dan hilang.

Genangan air terjadi akibat berbagai faktor yang saling mempengaruhi, baik secara alami maupun akibat aktivitas manusia. berikut penjelasan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi genangan:

1) Koefisien Limpasan (*Runoff Coefficient*)

Koefisien limpasan adalah persentase air hujan yang berubah menjadi aliran permukaan (*runoff*). Nilai ini dipengaruhi oleh:

- Jenis Permukaan Tanah, permukaan keras (aspal dan beton) memiliki koefisien limpasan tinggi (0,7-0,95), sehingga lebih banyak air hujan yang menjadi genangan.
- Kemiringan Lahan, lahan yang miring mempercepat aliran permukaan, sehingga meningkatkan risiko genangan di wilayah dataran rendah.
- Kondisi Tanah, tanah yang padat atau sudah jenuh air akan mengurangi infiltrasi, meningkatkan aliran permukaan.

2) Perubahan Penggunaan Lahan

- Penggundulan Lahan, hilangnya fegetasi mengurangi kapasitas tanah untuk menyerap air, sehingga aliran permukaan meningkat.
- Konveksi Lahan Pertanian, lahan yang sebelumnya digunakan untuk bertani, diubah menjadi permukiman akan mempengaruhi aliran air.

3) Faktor Iklim dan Perubahan Iklim, peningkatan intensitas hujan ekstrem akibat pemanasan global memperbesar risiko genangan.

- Fenomena seperti La Nina sering membawa curah hujan tinggi yang berkontribusi terhadap genangan.

1.6.2 Bahaya (*Hazard*)

Dalam buku Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia Edisi II yang diterbitkan oleh Direktorat Mitigasi Pelaksanaan Harian Bakornas PB tahun 2007, yang dimaksud bahaya adalah suatu fenomena alam atau buatan yang mempunyai potensi mengancam kehidupan manusia, kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan.

Dalam rencana Kontijensi Bencana Banjir Kota Makassar Tahun 2014, bahaya merupakan suatu situasi, kondisi, atau karakteristik biologis, geografis, sosial, ekonomi, politik, budaya dan teknologi suatu Masyarakat di suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang berpotensi menimbulkan korban dan kerusakan.

Berdasarkan *United Nations_Internasional Strategy for Disaster Reduction* (UNISDR) dalam Bakornas PB (2007), bahaya ini dibedakan menjadi lima kelompok, yaitu:

1. Bahaya beraspek geologi, antara lain gempa bumi, tsunami, gunung api, Gerakan tanah (*mass movement*) sering dikenal sebagai tanah longsor.
2. Bahaya beraspek hidrometeorologi, antara lain: banjir, kekeringan, angin topan, gelombang asap
3. Bahaya beraspek biologi, antara lain: wabah penyakit, hama dan penyakit tanaman dan hewan/ternak
4. Bahaya beraspek teknologi, antara lain: kecelakaan transportasi, kecelakaan industri, kegagalan teknologi.
5. Bahaya beraspek lingkungan, antara lain: kebakaran hutan, kerusakan lingkungan, pencemaran limbah.

Peta bahaya menentukan wilayah di mana peristiwa alam tertentu terjadi dengan frekuensi dan intensitas tertentu, tergantung pada kerentanan dan kapasitas daerah tersebut, yang dapat menyebabkan bencana. Untuk Sebagian besar bencana, intensitas tinggi hanya terjadi dengan frekuensi sangat rendah (bencana “kecil” terjadi lebih sering daripada bencana “besar”). Selanjutnya pada beberapa bahaya setempat dan lain-lain hampir merata. (BNPB, 2012)

Indeks Ancaman Bencana disusun berdasarkan dua komponen utama, yaitu kemungkinan terjadinya suatu ancaman dan besaran dampak yang pernah tercatat untuk bencana yang terjadi tersebut. Dapat dikatakan bahwa indeks ini disusun berdasarkan data dan catatan Sejarah kejadian yang pernah terjadi pada suatu daerah. Pada penelitian ini banjir yang terjadi di Kecamatan Manggala dianggap sebagai indeks ancaman banjir dengan nilai indeks sebagai berikut:

Tabel 2 Nilai ancaman Banjir

Kelas	Bobot Total	Skor
Rendah (<100 cm)		0,333
Sedang (100-200 cm)	100%	0,667
Tinggi (>200 cm)		1

Sumber: BNPB, 2012

1.6.3 Kerentanan (*Vulnerability*)

Menurut Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 Tentang Pedoman Pengkajian Risiko Bencana yang dimaksud kerentanan adalah suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bencana.

Menurut UNDRO,1992 dalam Firdaus Muslimin, 2019, kerentanan adalah tingkat kemungkinan suatu objek bencana yang terdiri dari masyarakat, struktur, pelayanan atau daerah geografis mengalami kerusakan atau gangguan akibat dampak bencana atau kecenderungan atau benda atau makhluk hidup rusak akibat bencana, serta disajikan dari 0 (tidak ada kerusakan) dan 1 (kerusakan total).

Menurut Westen dkk., 2009 dalam Firdaus Muslim, 2019, kerentanan sebagai karakteristik dan keadaan masyarakat, sistem atau aset yang membuatnya rentan terhadap efek yang merusak dari bahaya atau merupakan konsekuensi dari sebuah kondisi yang ditentukan oleh faktor atau proses fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan, yang meningkatkan kemungkinan masyarakat terkena ancaman.

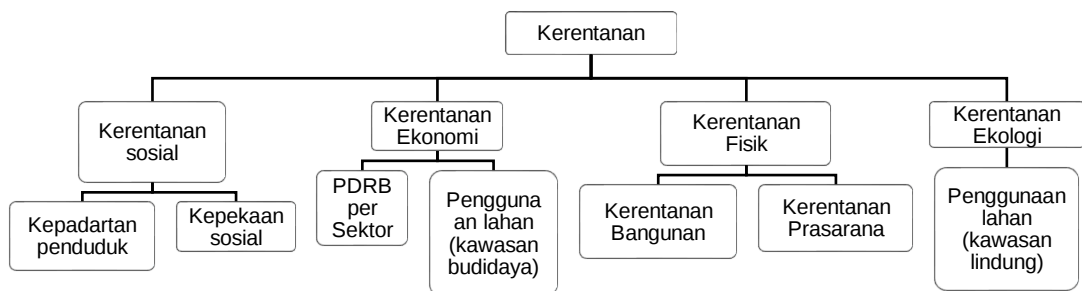
Dalam buku Panduan Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia Edisi II yang diterbitkan oleh Direktorat Mitigasi Pelaksanaan Harian Bakornas PB tahun 2007, kerentanan (*vulnerability*) merupakan suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bahaya. Tingkat kerentanan adalah

suatu hal penting untuk diketahui sebagai salah satu faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya bencana, karena baru akan terjadi bila 'bahaya' terjadi pada 'kondisi yang rentan', seperti yang dikemukakan Awotana (1997:1-2): “..... *Natural disaster are the interaction between natural hazards and vulnerable condition*”.

1.6.3.1 Indeks Kerentanan

Peta kerentanan dapat dibagi-bagi ke dalam kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan ekologi/lingkungan. Kerentanan dapat didefinisikan sebagai *Exposure* kali *Sensitivity*. “Aset-aset” yang terekspos termasuk kehidupan manusia (kerentanan sosial), wilayah ekonomi, struktur fisik dan wilayah ekologi/lingkungan. Tiap “aset” memiliki sensitivitas sendiri, yang bervariasi per bencana (dan intensitas bencana). Indikator yang digunakan dalam analisis kerentanan terutama adalah informasi keterpaparan. Dalam dua kasus informasi disertakan pada komposisi paparan (seperti kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio orang cacat dan rasio kelompok umur). Sensitivitas hanya ditutupi secara tidak langsung melalui pembagian faktor pembobotan (BNPB,2012).

Sumber informasi yang digunakan untuk analisis kerentanan terutama berasal dari laporan BPS (Provinsi/kabupaten Dalam Angka, PODES, Susunan PPLS dan PDRB) dan informasi peta dasar dari bakosurtanal (penggunaan lahan, jaringan jalan dan lokasi fasilitas umum). Informasi tabular dari BPS idealnya sampai tingkat desa/kelurahan. Sayangnya tidak ada sumber yang baik tersedia untuk sampai level desa, sehingga akhirnya informasi desa dirangkum pada level kecamatan sebelum dapat disajikan dalam peta tematik. Untuk peta batas administrasi sebaiknya menggunakan peta terbaru yang dikeluarkan oleh BPS. Gambar dengan komposisi indikator kerentanan ditunjukkan di bawah ini:



Gambar 1 Komposisi Indikator Kerentanan
Sumber: BNPB, 2012

1.6.3.2 Indeks Penduduk Terpapar

Penentuan Indeks Penduduk Terpapar dihitung dari komponen sosial budaya di kawasan yang diperkirakan terdampak bencana. Komposisi ini diperoleh dari indikator kepadatan penduduk dan indikator kelompok rentan pada suatu daerah bila terkena bencana. Indeks ini baru bisa diperoleh untuk komponen sosial budaya kemudian dibagi dalam 3 kelas ancaman, yaitu kelas rendah, kelas sedang, kelas tinggi. Selain dari nilai indeks dalam bentuk kelas (rendah, sedang, tinggi), komponen ini juga menghasilkan jumlah jiwa penduduk yang terpapar ancaman bencana pada suatu daerah. Komponen dan indikator untuk menghitung Indeks Penduduk Terpapar untuk bencana banjir dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3 Indeks Penduduk Terpapar

NO	Komponen / Indikator	Kelas			Bobot Total	Sumber Dana
		Rendah (0–0.333)	Sedang (0.333- 0.666)	Tinggi (0.667-1)		
1	Kepadatan Penduduk	<500 jiwa/km ²	500 – 1000 jiwa/km ²	>1000 jiwa/km ²	60%	Podes, Susenas, dan Landuse
2	Kelompok Rentan	<20%	20 -40%	>40%	40%	Podes, Susenas, PPLS

Sumber: BNPB, 2012

1.6.3.3 Indeks Kerentanan Sosial

Indikator yang digunakan untuk kerentanan sosial adalah kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio orang cacat dan rasio kelompok umur. Indeks kerentanan sosial dapat diperoleh dari rata-rata bobot kepadatan penduduk (60%), kelompok rentan (40%) yang terdiri dari rasio jenis kelamin (10%), rasio kemiskinan (10%), rasio orang cacat (10%) dan kelompok umur (10%). Parameter konversi indeks dan persamaannya ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4 Parameter Konversi Indeks Kerentanan Sosial

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah (0–0.333)	Sedang (0.333-0.666)	Tinggi (0.667-1)	
Kepadatan Penduduk	60	<500 jiwa/km ²	500 - 1000 jiwa/km ²	>1000 jiwa/km ²	Kelas/Nilai Max Kelas
Rasio jenis kelamin (10%)	40	<20%	20 - 40 %	>40 %	
Rasio kemiskinan (10%)					
Rasio orang cacat (10%)					
Rasio kelompok umur (10%)					

Sumber: BNPB, 2012

Nilai kerentanan sosial diperoleh berdasarkan persamaan (2.1) di bawah ini

$$\text{Kerentanan Sosial} = (0.6 \times \text{kepadatan penduduk}) + (0.1 \times \text{rasio jenis kelamin}) + (0.1 \times \text{rasio kemiskinan}) + (0.1 \times \text{rasio orang cacat}) + (0.1 \times \text{rasio kelompok umur}) \quad (1)$$

1.6.3.4 Indeks Kerugian

Indeks kerugian diperoleh dari komponen ekonomi, fisik dan lingkungan. Komponen-komponen ini dihitung berdasarkan indikator-indikator berbeda tergantung pada jenis ancaman bencana. Sama halnya dengan Indeks Penduduk Terpapar, Indeks Kerugian baru dapat diperoleh setelah Peta Ancaman untuk setiap bencana telah selesai disusun.

Data yang diperoleh untuk seluruh komponen kemudian dibagi dalam 3 kelas ancaman, yaitu kelas rendah, kelas sedang dan kelas tinggi. Selain dari ditentukannya kelas indeks, penghitungan komponen-komponen ini juga akan menghasilkan potensi ketinggian daerah dalam satuan rupiah. Komponen dan indikator akan menghitung Indeks Kerugian bencana banjir dapat dilihat pada tabel di bawah ini. (BNPB, 2012)

Tabel 5 Indeks Kerugian

No	Komponen/ Indikator	Kelas			Bobot Total	Sumber Data
		Rendah (0–0.333)	Sedang (0.333-0.666)	Tinggi (0.667-1)		
		Ekonomi (dalam Rp)				
		25%				

1	Luas Lahan Produktif	< Rp 50 juta	Rp. 50-200 juta	> Rp. 200 juta	60%	Landuse, Kabupaten/Kecamatan dalam Angka
2	Kontribusi PDRB per Sektor	< Rp 100 juta	Rp. 100-300 juta	> Rp. 300 juta	40%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka

Sumber: BNPB, 2012

1.6.3.5 Kerentanan Ekonomi

Indikator yang digunakan untuk kerentanan ekonomi adalah luas lahan produktif dalam rupiah (sawah, perkebunan, lahan pertanian) dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Luas lahan produktif dapat diperoleh dari peta guna lahan dan buku kabupaten atau kecamatan dalam angka yang dikonversi ke dalam rupiah, sedangkan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dapat diperoleh dari laporan hasil sektor atau kabupaten dalam angka. Parameter konversi indeks kerentanan ekonomi ditunjukkan pada persamaan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 6 Parameter Konversi Indeks Kerentanan Ekonomi

NO	Parameter	Kelas (Rp)			Bobot Total	Skor
		Rendah (0-0.333)	Sedang (0.333-0.666)	Tinggi (0.667-1)		
1	Lahan Produktif	< 50 jt	50 – 200 jt	> 200 jt	60%	Kelas/ Nilai Max kelas
2	PDRB	< 100 jt	<100 – 300 jt	> 300 jt	40%	

Sumber: BNPB, 2012

Acuan nilai ekonomi lahan produktif menggunakan data hasil analisis kontribusi PDRB dengan melakukan penyesuaian terhadap kelas bahaya yang ada yaitu dengan asumsi:

- Bahaya Rendah = tidak ada kerugian
- Bahaya Sedang = 50% jumlah kerugian lahan produktif
- Bahaya Tinggi = 100% jumlah kerugian lahan produktif

$$\text{Kerentanan Ekonomi} = (0.6 \times \text{skor lahan produktif}) + (0.4 \times \text{skor PDRB}) \quad (2)$$

1.6.3.6 Indeks Kerentanan Fisik

Indikator yang digunakan untuk kerentanan fisik adalah kepadatan rumah (permanen, semipermanen dan non-permanen), ketersediaan bangunan/fasilitas umum dan ketersediaan fasilitas kritis. Kepadatan rumah diperoleh dengan membagi

mereka atas area terbangun atau luas desa dan dibagi berdasarkan wilayah (dalam ha) dan dikalikan dengan harga satuan dari masing-masing parameter. Parameter konversi indeks kerentanan fisik dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 7 Parameter Konversi Indeks Kerentanan Fisik

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah (0–0.333)	Sedang (0.333-0.666)	Tinggi (0.667-1)	
Rumah	40	<400 jt	400-800 jt	>800 jt	Kelas/ Nilai Max Kelas
Fasilitas Umum	30	<500 jt	500 jt – 1 M	>1 M	
Fasilitas Kritis	30	<500 jt	500 jt – 1 M	>1 M	

Sumber: BNPB, 2012

- Bahaya Rendah = tidak ada kerusakan
- Bahaya Sedang = 50% jumlah objek fisik rentan terdampak
- Bahaya Tinggi = 50% jumlah objek fisik rentan terdampak rusak sedang dikali satuan harga asumsi, dan 50% objek fisik rentan terdampak rusak berat dikali satuan harga asumsi.

$$\text{Kerentanan Fisik} = (0.4 \times \text{skor rumah}) + (0.3 \times \text{skor fasilitas umum}) + (0.3 \times \text{skor fasilitas khusus}) \quad (3)$$

1.6.3.7 Indeks Kerentanan Lingkungan

Indikator yang digunakan untuk kerentanan lingkungan adalah penutupan lahan (hutan lindung, hutan alam, hutan bakau/mangrove, rawa dan semak belukar). Indeks kerentanan diperoleh dari rata-rata bobot jenis tutupan lahan.

Parameter konversi indeks kerentanan lingkungan digabung melalui faktor-faktor pembobotan yang ditunjukkan pada persamaan untuk masing-masing jenis ancaman di bawah ini.

Tabel 8 Parameter Konversi Indeks Kerentanan Lingkungan

Parameter	Bobot %	Kelas (ha)			Skor
		Rendah (0-0.333)	Sedang (0.333-0.66)	Tinggi (0.667-1)	
Hutan lindung	30	< 20	20-50	>50	Kelas/ Nilai Max Kelas
Hutan Alma	30	< 25	25-75	>75	
Hutan	10	< 10	10-30	>30	
Bakau/Mangrove					
Semak Belukar	10	< 10	10-30	>30	
Rawa	20	< 5	5-20	>20	

Sumber: BNPB, 2012

- Bahaya Rendah = tidak ada kerusakan
- Bahaya Sedang = 50% luasan lingkungan terdampak kerusakan.
- Bahaya Tinggi = 100% jumlah kerugian lahan produktif

$$\text{Kerentanan Lingkungan} = (0.1 \times \text{skor hutan lindung}) + (0.3 \times \text{skor hutan alam}) + (0.1 \times \text{skor hutan bakau}) + (0.1 \times \text{skor semak belukar}) + (0.1 \times \text{skor rawa}) \quad (4)$$

1.6.3.8 Kerentanan Wilayah

Kerentanan wilayah terhadap banjir diperoleh dari kerentanan sosial, ekonomi, fisik, dan lingkungan dengan faktor-faktor pembobotan beban yang berbeda. Komponen sosial budaya memiliki bobot 40%. Komponen ekonomi memiliki bobot 25% dan komponen fisik sebesar 25%. Sehingga kerentanan wilayah terhadap banjir dirumuskan dalam persamaan di bawah ini.

$$\text{Kerentanan Wilayah} = (0.4 \times \text{skor kerentanan sosial}) + (0.4 \times \text{skor kerentanan ekonomi}) + (0.4 \times \text{skor kerentanan fisik}) + (0.4 \times \text{skor kerentanan lingkungan}) \quad (5)$$

1.6.3.9 Definisi Nilai Kerentanan

Definisi nilai indeks kerentanan terhadap banjir untuk menentukan nilai range pada peta kerentanan banjir adalah sebagai berikut.

Tabel 9 Klasifikasi Kerentanan Banjir

Klasifikasi	Nilai Indeks	Penjelasan
Kerentanan yang sangat rendah terhadap banjir	< 0,01	Kerentanan yang sangat rendah terhadap banjir, area tersebut pulih dengan cepat, terdapat jaminan terhadap banjir, jumlah investasi area tersebut tinggi. Kondisi sosial, ekonomi, lingkungan dan fisik di area tersebut terkadang mengalami banjir, rentan terhadap banjir dan mengalami proses pemulihan yang cepat karena memiliki ketahanan yang tinggi, selain itu jika area tersebut perkembangan ekonominya lambat, meskipun terjadi banjir dampaknya tidak besar, kerentanan yang rendah terhadap banjir.
Kerentanan yang rendah terhadap banjir	0,1 – 0,25	Kondisi sosial, ekonomi, lingkungan dan fisik di area tersebut rentan terhadap banjir, area tersebut rentan terhadap banjir, area

		tersebut rata-rata pulih dalam waktu beberapa bulan.
Kerentanan yang tinggi terhadap banjir	0,5 – 0,75	Kondisi sosial, ekonomi, lingkungan dan fisik di area tersebut rentan terhadap banjir, proses pemulihan sangat lama, ketahanan rendah, tidak terdapat organisasi institusional.
Kerentanan yang sangat tinggi terhadap banjir	0,75 – 1,00	Kondisi sosial, ekonomi, lingkungan dan fisik di area tersebut sangat rentan terhadap banjir, proses pemulihan sangat lama. Area tersebut akan pulih dalam beberapa tahun.

Sumber: Stefani, 2012

1.6.4 Risiko Bencana

Menurut UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, yang dimaksud risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dalam kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan dan kehilangan harta, dan gangguan kegiatan Masyarakat.

Menurut Beer dan Ziolkowski (1995) dan USPCC RARM (1997) *dalam* Indah Prasasti *risk* atau risiko merupakan kombinasi antara kemungkinan terjadinya suatu kejadian (*hazard*) yang tidak diinginkan (peluang kejadian) dan konsekuensi (besar dampak) (*vulnerability*) dari kejadian tersebut.

Analisis risiko (*risk analysis*) merupakan analisis untuk menentukan besarnya peluang terjadinya suatu keadaan yang tidak diinginkan yang akan menyebabkan kegagalan atau kerusakan. Terdapat dua cara pendukung risiko (*assessing risk*), yakni berdasarkan peluang (*probability*) kejadian dan tingkat kerentanan (*vulnerability*). Sementara itu, analisis bahaya (*hazard analysis*) dapat digunakan untuk menentukan bahaya yang terjadi pada sebuah fasilitas yang ada atau yang direncanakan dan mendesain (merancang) strategi yang selanjutnya dapat dievakuasi untuk menentukan apakah tujuan-tujuan pengamanan kebakaran dapat tercapai. Analisis bahaya data dianggap sebagai sebuah komponen analisis bahaya yang dibobot berdasarkan peluang kejadiannya. Risiko total merupakan jumlah dari semua nilai bahannya berdasarkan bobotnya. Nilai risiko pada suatu area bahaya adalah kemampuannya untuk mengidentifikasi skenario yang memberikan sumbangan secara signifikan terhadap risiko (Bukowski, 1996 *dalam* Indah Prasasti, dkk)

Terdapat dua tahap penting dalam penilaian (*assessment*) risiko banjir, yakni: penilaian bahaya dan pendugaan kerentanan. Penilaian bahaya berhubungan dengan karakteristik dari peristiwa itu sendiri dalam hal besar dan frekuensi kejadiannya, sedangkan penilaian kerentanan memperhitungkan pengaruh kejadian terhadap populasi, aspek sosial, aspek ekonomi, dan lingkungan serta dampaknya bagi infrastruktur transportasi. Penilaian bahaya dan kerentanan banjir dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa cara. Islam dan sado (2002) *dalam* Indah Prasasti menggunakan kedalaman banjir di Bangladesh. Rao dkk (2005) mengembangkan indeks kerentanan banjir di wilayah pantai Timur India menggunakan kepadatan penduduk, penutup/penggunaan lahan, jarak terhadap pantai, kemiringan lahan dan lokasi dengan memperhitungkan arah (*tack*) siklon. (Indah Prasasti, dkk)

Dalam disiplin penanggulangan bencana (*disaster management*), risiko bencana adalah interaksi antara tingkat kerentanan daerah yang ancaman bahaya (*hazard*) yang ada. Dalam kaitan ini, bahaya menunjukkan kemungkinan terjadinya kejadian baik alam maupun buatan di suatu tempat. Kerentanan menunjukkan kerawanan yang dihadapi suatu masyarakat dalam menghadapi ancaman tersebut. Ketidakmampuan merupakan kelangkaan upaya atau kegiatan yang dapat mengurangi korban jiwa atau kerusakan. Dengan demikian maka semakin tinggi bahaya, kerentanan dan ketidakmampuan, maka semakin besar pula risiko bencana yang dihadapi.

VULNERABILITY	high			
	moderate			
	low			
		low	moderate	high
		DANGER		

Low Risk

Moderate Risk

High Risk

Gambar 2 Matriks Risiko
Sumber: Bakornas PB, 2007

1.6.4.1 Kajian Risiko Bencana

Menurut Alexander (1997) *dalam* Indah Prasasti, dkk risiko secara umum merujuk pada hasil kali bahaya (*hazard*) dengan kerentanan (*vulnerability*). Bahaya terkait dengan faktor fisik dan dampaknya.

Menurut Perka BNPB Nomor 2 Tahun 2012, yang dimaksud kajian risiko bencana adalah mekanisme terpadu untuk memberikan gambaran menyeluruh terhadap risiko bencana suatu daerah dengan menganalisis tingkat ancaman, tingkat kerugian dan kapasitas daerah. Pengkajian risiko bencana merupakan sebuah pendekatan untuk memperlihatkan potensi dampak negatif yang mungkin timbul akibat suatu potensi bencana yang melanda. Potensi dampak negatif yang timbul dihitung berdasarkan tingkat kerentanan dan kapasitas kawasan tersebut. Potensi dampak negatif ini dilihat dari potensi jumlah jiwa yang terpapar, kerugian harta benda, dan kerusakan lingkungan.

Konsep umum kajian risiko bencana dapat dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut: (BNPB,2012)

$$\text{Risiko bencana} \approx \text{Ancaman} \times \frac{\text{Kerentanan}}{\text{Kapasitas}}$$

Penting untuk dicatat bahwa pendekatan ini tidak dapat disamakan dengan rumus matematika. Pendekatan ini digunakan untuk memperlihatkan hubungan antara ancaman, kerentanan dan kapasitas yang membangun perspektif tingkat risiko bencana suatu kawasan. Metode kajian risiko bencana ini merupakan sebuah Pedoman Umum. Pengembangan dan pendalaman metode kajian dapat dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan daerah. Kajian risiko bencana yang dihasilkan dengan metode ini ditunjukkan untuk penyusunan kebijakan umum yang nantinya dituang ke dalam dokumen rencana penanggulangan bencana daerah yang akan menjadi landasan penyusunan dokumen rencana aksi daerah penanggulangan risiko bencana. Untuk kebutuhan yang lebih spesifik seperti penyusunan rencana kontijensi, rencana operasi, rencana rehabilitasi dan rekonstruksi, dibutuhkan pengembangan dan pendalaman metode kajian.

Berdasarkan pendekatan tersebut, terlihat bahwa tingkat risiko bencana amat tergantung pada:

- Tingkat bencana kawasan;
- Tingkat kerentanan kawasan yang terancam;
- Tingkat kapasitas kawasan yang terancam.

Upaya pengkajian risiko bencana pada dasarnya adalah menentukan besaran 3 komponen risiko tersebut dan menyajikannya dalam bentuk spasial maupun non spasial agar mudah dimengerti. Pengkajian risiko bencana digunakan

sebagai landasan penyelenggaraan penanggulangan bencana suatu kawasan. Penyelenggaraan ini dimaksudkan untuk mengurangi risiko bencana.

1.6.4.2 Definisi Nilai Risiko

Beberapa definisi nilai risiko dapat dilihat pada penjelasan berikut ini. Definisi nilai risiko berdasarkan Australian Standard 4360:1995 tentang Risiko Management dalam Anonim adalah sebagai berikut.

Tabel 10 Klasifikasi Risiko Banjir

No		Flood Risk Level	Definition of Risk
1		Very low [0.01 - 0.05]	Possible minimal distrupction
2		Low [0.05 - 0.15]	Possible minor distrupction
3		Medium low [0.15 - 0.25]	Possible minor distrupction
4		Medium [0.25 - 0.40]	Possible significant distrupction
5		Medium high [0.40 - 0.50]	Possible significant distrupction
6		High [0.50 - 0.70]	Possible servere distrupction
7		Very high [0.70 - 1.00]	Possible servere distrupction

Tabel 11 Klasifikasi Definisi dari Dampak yang mungkin terjadi berdasarkan BNPB

Dampak yang mungkin terjadi			
Sangat kecil	Kecil Sampai Medium	Medium Sampai Besar	Sangat Besar
<i>Gangguan yang sangat kecil</i>	<i>Gangguan kecil</i>	<i>Gangguan berarti</i>	<i>Gangguan yang hebat</i>
Umumnya dampak tidak tersebar luas, tetapi mungkin terjadi	➤ Genangan lokal di beberapa jalan	➤ Banjir memengaruhi Sebagian komunitas	➤ Banjir tersebar luas memengaruhi sejumlah besar properti dan komunitas
➤ Terisolasi dan terdapat genangan di daerah dan jalan yang rendah	➤ Banjir setempat berdampak pada harta benda	➤ Kerusakan bangunan mungkin terjadi	➤ Membahayakan kehidupan
➤ Sedikit atau tidak terdapat gangguan untuk bepergian meskipun permukaan jalan basah sehingga menyebabkan kondisi yang sulit untuk berkendara.	➤ Gangguan lokal untuk bepergian, membutuhkan waktu yang lama untuk bepergian.	➤ Potensi gangguan pada infrastruktur	➤ Karena arus cepat dan dalam
		➤ Diduga terdapat gangguan pada akses perjalanan (beberapa jalan mungkin ditutup)	➤ Gangguan tersebar luas/kehilangan infrastruktur

1.6.5 Pemetaan

Pemetaan banjir merupakan usaha mempresentasikan data yang berupa angka atau tulisan tentang distribusi banjir ke dalam bentuk gambar peta agar persebaran datanya dapat langsung diketahui dengan mudah dan cepat. Pemetaan banjir ini dibuat dengan cara data-data yang sudah diperoleh kemudian masing-masing data dilakukan analisis spasial dan dengan diadakan pengskoran terhadap seberapa besar pengaruhnya terhadap banjir dan pemberian bobot pada daerah-daerah yang dekat dengan sungai untuk lebih memperjelas daerah rawan banjir. Untuk menyajikan data yang menunjukkan distribusi keruangan atau lokasi dari sifat-sifat datanya, dan ditunjukkan di dalam peta.

Analisis spasial merupakan suatu teknik atau proses yang melibatkan beberapa atau lebih fungsi kalkulasi dan evaluasi logika matematis yang dapat dilakukan pada data spasial untuk memperoleh nilai spasial, ekstraksi dan nilai baru. Pengolahan data dan analisis data subsistem ini menentukan informasi yang dapat dihasilkan oleh SIG. Selain itu, subsistem juga melakukan operator (evaluasi dan penggunaan fungsi dan operator matematis dan logis) dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi yang diharapkan. (Anggrayni, 2021). Analisis spasial selain dapat memberikan informasi intensitas perubahan, juga dapat memberikan informasi Lokasi dan arah penyebarannya, sehingga kegiatan pencegahannya dapat diimplementasikan dengan lebih tepat karena lokasinya diketahui (BAPEDA DIY, 2019).

Menurut (Nuryanti et al., 2018), Sistem Informasi Geografi merupakan sistem informasi yang mendasarkan pada kerja dasar komputer yang mampu memasukan, mengelola, memberi dan mengambil kembali, memanipulasi dan analisis data dan memberi uraian. Pemanfaatan SIG telah berkembang meliputi berbagai bidang dan aktivitas. SIG sebagai alat bagi peneliti dan pengambil keputusan untuk memecahkan masalah, menentukan pilihan atau Kebijakan Melalui Metode Analisis keruangan dengan memanfaatkan komputer.

SIG sebagai sarana dalam pengolahan data spasial merupakan hal yang penting dalam pengolaan lingkungan dan pemetaan hasil dari sumberdaya alam, dan sebagainya. Basis data SIG adalah kumpulan data yang saling berkaitan, yang diperlukan dalam SIG, baik data spasial maupun non spasial. Tipe basis data ada dua macam yaitu basis data spasial dan non spasial. Basis data spasial adalah data yang dapat diamati atau mengidentifikasi di lapangan, yang berkaitan data di

permukaan maupun di dalam bumi. Data ini dapat diukur atau ditentukan oleh besaran lintang dan bujur atau oleh sistem koordinat lain (termasuk peta, foto udara, citra satelit). Data spasial ada tiga macam yaitu: titik, garis, dan poligon (daerah), yang diorganisasikan dalam bentuk lapis-lapis (layer) peta. Sedangkan basis data non spasial adalah data yang melengkapi keterangan data spasial, keterangan kenampakan data baik statistik, numerik, maupun deskriptif dengan tampilan tabular, diagram maupun tekstual.

BAB 2

METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti alur kerja yang ditentukan oleh BNPB yang dimuat dalam Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, sehingga dalam penelitian ini dampak banjir dilihat sebagai risiko. Risiko sendiri diperoleh dari bahaya (*hazard*) yang dikalikan dengan kerentanan (*vulnerability*) wilayah, seperti formula di bawah ini.

$$R = H \times V \quad (6)$$

Di mana:

R = Risiko (Risk)

H = Bahaya (*Hazard*)

V = Kerentanan (*Vulnerability*)

Analisis pemetaan risiko ini menggunakan semikuantitatif yang menggunakan faktor pembobotan/skor dan nilai-nilai indeks. Pendekatan ini adalah pendekatan umum yang digunakan di beberapa analisis risiko bencana dan pemetaan di luar Indonesia. Indikator yang digunakan untuk analisis risiko semi kuantitatif akan dipilih didasarkan pada kesesuaian dan ketersediaan. Rumus risiko banjir masih berlaku, namun akan berisi nilai indeks bukan nilai real. Indeks yang digunakan dalam analisis dikonversi menjadi nilai antara 0 dan 1, di mana 0 merupakan nilai minimum indikator asli, dan 1 merupakan nilai maksimum.

Di dalam proses pemetaan wilayah diperlukan adanya penggunaan metode pengharkatan (*scoring*) agar terbentuk skala prioritas dalam penentuan analisa wilayah. Metode pengharkatan (*Scoring Method*) merupakan salah satu metode untuk mengevaluasi kemampuan lahan sesuai dengan tujuan aplikasinya. Pada prinsipnya metoda ini merupakan suatu cara penilaian potensi lahan dengan memberikan skor atau nilai pada masing-masing karakteristik lahan sebagai parameter sehingga dapat ditentukan kelas kemampuan lahan berdasarkan perhitungan harkatnya dari setiap parameter tersebut (Buana et al., 2021).

Bahaya banjir diperoleh dari data banjir tahun 2022 di Kecamatan Manggala. Data ini berupa data spasial ketinggian banjir dan luas area banjir yang diperoleh dari BPBD Kota Makassar. Berdasarkan alur kerja dari BNPB, hanya data ketinggian banjir yang digunakan untuk memperoleh nilai bahaya, sehingga untuk data luas area banjir akan dipaparkan namun tidak digunakan untuk memperoleh nilai bahaya.

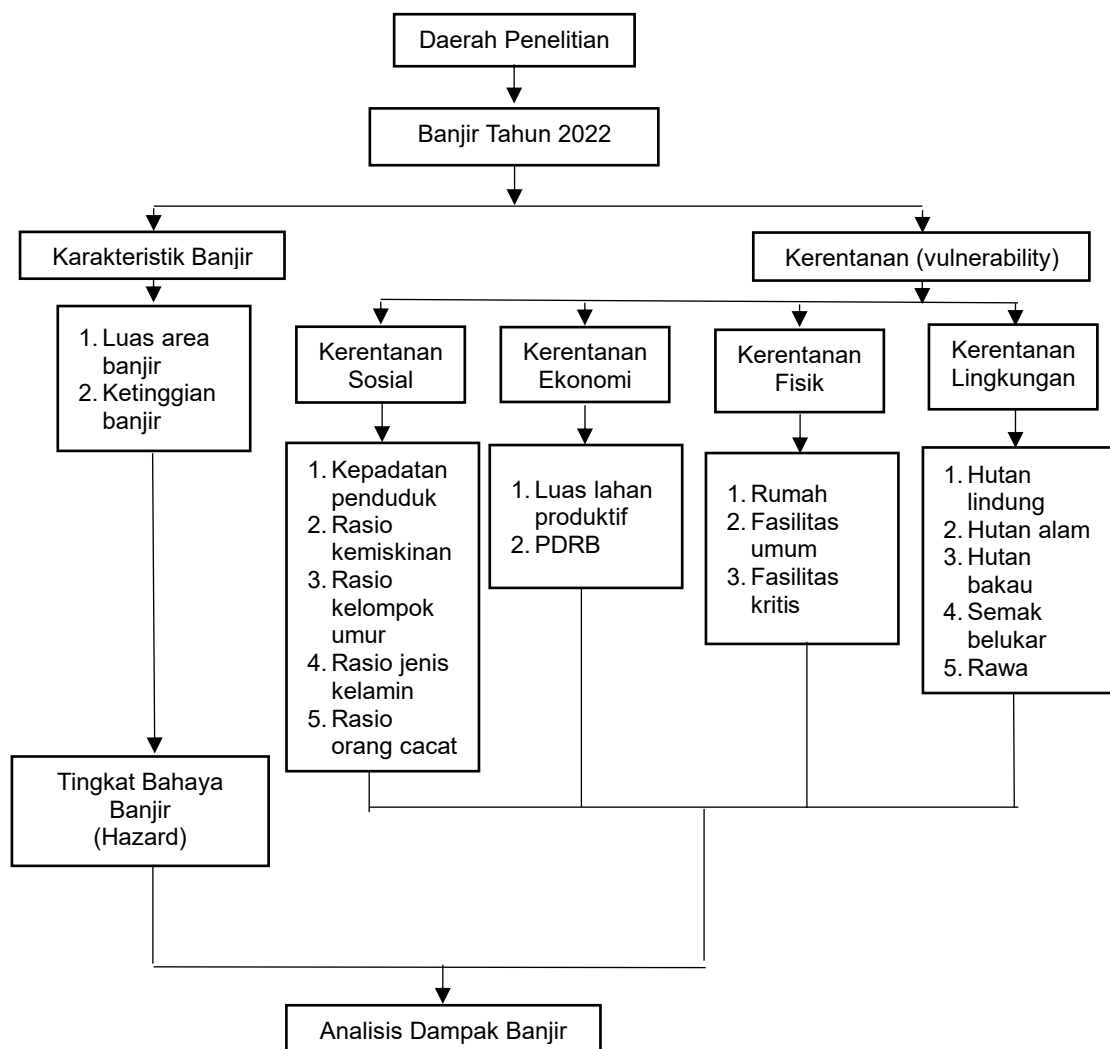
Kerentanan wilayah diperoleh dari data kependudukan, data jumlah produksi komoditi, data bangunan, data luas bangunan dan data guna lahan. Data kependudukan, data jumlah produksi komoditi dan data bangunan merupakan data tabular yang diperoleh dari Kecamatan dalam angka sedangkan data luas bangunan dan data guna lahan berupa data spasial. Data luas bangunan dilihat dari citra satelit *Google earth* dan data guna lahan diperoleh dari BPBD Kota Makassar.

Kerentanan wilayah diperoleh dari kerentanan sosial, fisik, lingkungan dan ekonomi, di mana dari kerentanan-kerentanan tersebut terdapat parameter yang mendukungnya. Parameter-parameter tersebut adalah kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio orang cacat, rasio kelompok umur, penutupan lahan (hutan lindung, hutan bakau/mangrove, Semak belukar dan rawa), luas lahan produktif, Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), rumah, fasilitas umum, dan fasilitas kritis.

Parameter kerentanan sosial yaitu kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio orang cacat, dan rasio kelompok umur. Parameter kerentanan lingkungan adalah penutupan lahan (hutan lindung, hutan bakau/mangrove, semak belukar dan rawa. Parameter kerentanan ekonomi adalah luas lahan produktif, dan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB). Parameter kerentanan fisik adalah rumah, fasilitas umum, dan fasilitas kritis. Dikarenakan banyaknya parameter yang harus dianalisis, maka pada penelitian ini kerentanan fisik dan ekonomi berupa asumsi yang diperoleh dari perkiraan harga masing-masing parameter yang kemudian dianalisis hingga mendapatkan nilai kerentanan tersebut.

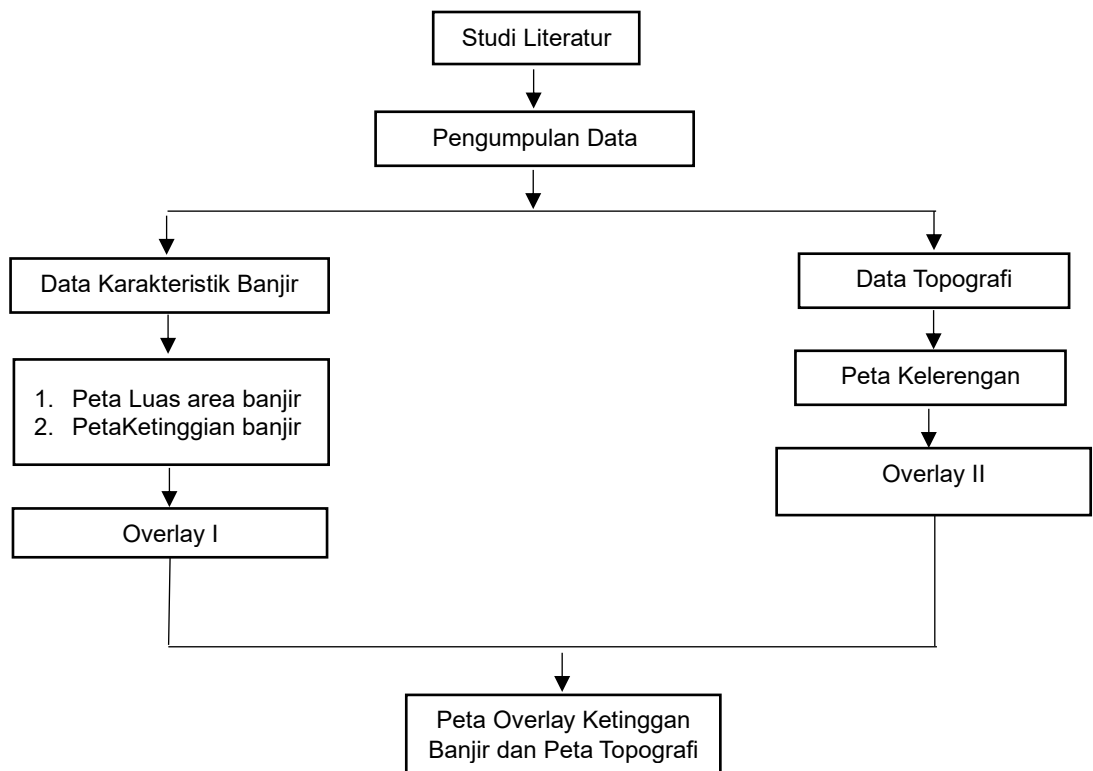
Nilai bahaya banjir dan kerentanan wilayah yang diperoleh kemudian dikalikan sehingga mendapatkan nilai risiko banjir yang dalam penelitian ini dianggap sebagai dampak banjir. Fungsi GIS (*Geographic Information System*) pada penelitian ini

adalah untuk menghitung dan memetakan. Proses perhitungan mulai dari perhitungan parameter-parameter kerentanan hingga dampak banjir menggunakan *calculator* GIS. Data-data yang digunakan diinput ke GIS kemudian dihitung dengan menggunakan *calculator* GIS. Kemudian parameter-parameter bahaya banjir dan kerentanan wilayah dipetakan dengan menggunakan GIS sehingga akan menghasilkan peta banjir, peta kerentanan wilayah, dan peta dampak. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada bagan alir pikir di bawah ini.



Gambar 3 Bagan Alir Metodologi Penelitian

Tahap *overlay* ini merupakan salah satu prosedur penting dalam analisis SIG (Sistem Informasi Geografis). *Overlay* (tumpang susun) adalah suatu metode sistem informasi geografis (SIG) dengan melakukan tumpang susun beberapa data peta yang memuat informasi dengan karakteristik sendiri. Hasil dari Teknik Overlay ini akan menunjukkan kondisi lahan yang berbeda-beda sesuai dengan nilai skor yang diberikan. Untuk medan yang datar atau kebutuhan detail digunakan interval lebih kecil, sedangkan medan yang curam digunakan interval besar agar peta tidak terlalu padat. Untuk Lebih Jelasnya dapat dilihat pada bagan alir dibawah ini.



Gambar 4 Bagan Alir Overlay Peta Rawan Banjir

2.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Karakteristik Banjir

a. Luas area banjir

Luas area banjir dinyatakan dalam hektar.

b. Ketinggian genangan

Ketinggian genangan dibagi menjadi tiga, yaitu kelas rendah dengan ketinggian <100 cm, kelas sedang dengan ketinggian antara 100 - 200 cm, dan kelas tinggi dengan ketinggian >200 cm.

2. Kerentanan Sosial

a. Kepadatan Penduduk

Dalam hal ini adalah perbandingan jumlah penduduk (jiwa) dengan luas wilayah (km²) per kelurahan.

$$\text{Kepadatan Penduduk} = \frac{\text{jumlah penduduk (jiwa)}}{\text{luas wilayah (km}^2\text{)}} \quad (7)$$

b. Rasio Kemiskinan

Dalam hal ini adalah perbandingan jumlah penduduk miskin (jiwa) dengan jumlah penduduk (jiwa) per kelurahan dan dikali 100%.

$$\text{Rasio Kemiskinan} = \frac{\text{jumlah penduduk miskin (jiwa)}}{\text{jumlah penduduk (jiwa)}} \times 100\% \quad (8)$$

c. Rasio Kelompok Umur

Kelompok umur yang dimaksud adalah penduduk usia balita (<5 tahun) dan usia (>65 tahun). Rasio kelompok umur diperoleh dengan membandingkan jumlah penduduk kelompok umur (jiwa) dengan jumlah penduduk (jiwa) per kelurahan dan dikali 100%.

$$\text{Rasio Kelompok Umur} = \frac{\text{usia} < 5 \text{ thn dan } > 65 \text{ thn}}{\text{jumlah penduduk (jiwa)}} \times 100\% \quad (9)$$

d. Rasio Jenis Kelamin

Dalam hal ini, jumlah penduduk wanita (jiwa) dibagi dengan jumlah penduduk (jiwa) per kelurahan dan dikali 100%.

$$\text{Rasio Jenis Kelamin} = \frac{\text{jumlah penduduk wanita}}{\text{jumlah penduduk (jiwa)}} \times 100\% \quad (10)$$

e. Rasio Orang Cacat

Rasio orang cacat diperoleh dari perbandingan jumlah orang cacat (jiwa) dengan jumlah penduduk (jiwa) per kelurahan dan dikali 100%.

$$\text{Rasio Orang Cacat} = \frac{\text{jumlah orang cacat}}{\text{jumlah penduduk (jiwa)}} \times 100\% \quad (11)$$

3. Kerentanan Lingkungan

Parameter kerentanan lingkungan adalah penutupan lahan yang dalam penelitian ini adalah luas hutan lindung, rawa, semak belukar per kelurahan. parameter tersebut dinyatakan dalam hektar (ha).

4. Kerentanan Ekonomi

a. Luas Lahan Produktif

Luas lahan produktif dalam penelitian ini adalah jumlah produksi komoditi tahun 2022 dikali dengan asumsi harga masing-masing komoditi.

$$\text{Luas Lahan Produktif} = \text{jumlah produksi komoditi} \times \text{harga komoditi} \quad (12)$$

b. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

PDRB dalam penelitian ini adalah PDRB Kota Makassar Tahun 2022

5. Kerentanan Fisik

a. Rumah

Nilai rumah diperoleh berdasarkan asumsi biaya bangun rumah, di mana biaya bangun rumah diperoleh dari hasil kali luas rumah dengan harga per m² (Ahadi, 2018). Rumah dalam penelitian ini luas kawasan pemukiman dikali dengan harga rumah per m².

$$\text{Rumah} = \text{luas kawasan pemukiman} \times \text{harga bangunan} \quad (13)$$

b. Fasilitas Umum

Ketersediaan fasilitas umum yaitu keberadaan fasilitas untuk kepentingan umum seperti fasilitas pendidikan, fasilitas peribadatan dikali dengan harga bangunan tersebut (Wida Faridah, 2019). Dalam penelitian ini fasilitas umum adalah total luas fasilitas pendidikan (SD, SMP, SMA dan universitas) dan peribadatan (masjid dan gereja) dikali dengan harga masing-masing bangunan per m².

$$\begin{aligned} \text{Fasilitas Umum} = & (\text{luas f. pendidikan} \times \text{harga bangunan}) \\ & + (\text{luas f. peribadatan} \times \text{harga bangunan}) \end{aligned} \quad (14)$$

c. Fasilitas Kritis

Ketersediaan fasilitas kritis yaitu keberadaan fasilitas yang berfungsi selama keadaan darurat, seperti fasilitas kesehatan yang sangat berperan penting bagi masyarakat, dikalikan dengan harga bangunan tersebut (Wida Faridah, 2019). Dalam penelitian ini fasilitas umum adalah total luas fasilitas kesehatan, yaitu rumah sakit dan puskesmas, dikali dengan harga bangunan per m².

$$\text{Fasilitas Kritis} = \text{Luas fasilitas kesehatan} \times \text{harga bangunan} \quad (15)$$

2.3 Pengumpulan Data

Data-data dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini

No.	Jenis Data	Bentuk		Cara Memperoleh Data
		Tabular	Spasial	
1	Karakteristik Banjir			
	Luas Genangan		√	Diperoleh dari BPDB
	Ketinggian banjir		√	Diperoleh dari BPDB
2	Data Kependudukan			
	Jumlah penduduk	√		
	Jumlah penduduk usia tua	√		
	Jumlah penduduk usia <5 tahun dan >65 tahun	√		Diperoleh dari Kecamatan dalam Angka
	Penduduk miskin	√		
	Jumlah penduduk wanita	√		
	Jumlah penduduk cacat	√		
3	Guna lahan		√	Diperoleh dari BPDB
	Data Bangunan			
4	Luas bangunan		√	Diperoleh dari BPBD dan Gogle Earth
	Jumlah bangunan	√		Diperoleh dari Kecamatan dalam Angka
5	Data produksi komoditi	√		Diperoleh dari Kecamatan dalam Angka
6	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)	√		Diperoleh dari Kecamatan dalam Angka

Data yang di kumpulkan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang bersumber dari instansi terkait. Bentuk data yang digunakan dalam penelitian ini ada

dua, yaitu tabular dan spasial. Data tabular merupakan data deskriptif yang menyatakan nilai dan data grafis yang diterangkan. Dalam penelitian ini data yang termasuk data tabular adalah data kependudukan, yang diperoleh dari Makassar dalam Angka, data jumlah bangunan yang diperoleh dari Kecamatan dalam Angka, data produksi komoditi yang diperoleh dari Provinsi SulSel dalam Angka, dan data PDRB diperoleh dari Makassar dalam Angka.

Data kependudukan yang diperoleh dari Kecamatan dalam Angka adalah data jumlah penduduk, jumlah penduduk wanita, jumlah penduduk <5 tahun dan >65 tahun, jumlah penduduk miskin, jumlah penduduk cacat dan luas kelurahan tahun 2022. Data jumlah bangunan yang diperoleh dari Kecamatan dalam angka adalah jumlah fasilitas peribadatan (masjid dan gereja), jumlah fasilitas penduduk (SD, SPM, SMA dan universitas), jumlah rumah sakit dan puskesmas tahun 2022. Data produksi komoditi yang diperoleh dari Kecamatan dalam Angka dan jumlah produksi komoditi (padi, mangga, jahe, kunyit) di Kecamatan Manggala.

Data spasial sendiri merupakan data yang berorientasi geografis dan merupakan lokasi yang memiliki sistem koordinat tertentu, sebagai dasar referensinya. Data spasial pada penelitian ini adalah data luas bangunan yang diperoleh dari Google Earth, seperti luas masjid, luas gereja, luas sekolah dasar, luas universitas. Data luas area banjir, ketinggian banjir dan data guna lahan diperoleh dari BNPB Kota Makassar, dimana BNPB sendiri memperoleh ketinggian dan luas area banjir dengan cara survey lapangan yang kemudian dibuat dalam bentuk spasial menggunakan GIS.

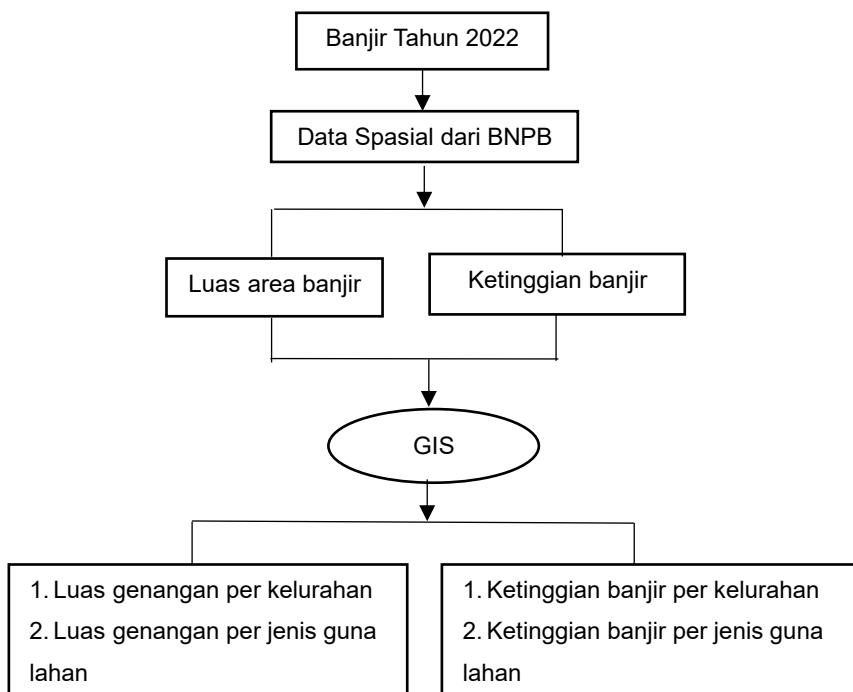
2.4 Pengolahan Data

Nilai risiko diperoleh dari kerentanan dan bahaya banjir. Oleh karena itu, untuk memperoleh nilai risiko perlu diketahui nilai bahaya banjir dan nilai kerentanan. Nilai bahaya banjir yang digunakan terdapat pada tabel 1, sedangkan nilai kerentanan diperoleh dari kerentanan sosial, kerentanan ekonomi, kerentanan fisik dan kerentanan lingkungan. Untuk lebih jelasnya akan dijabarkan satu persatu dimulai dari bahaya, kerentanan, dan kemudian risiko yang dianggap sebagai dampak banjir tahun 2022.

2.4.1 Bahaya (*Hazard*)

Bahaya banjir dilihat berdasarkan karakteristik banjir. Dalam penelitian ini,

karakteristik banjir yang dilihat ada dua, yaitu luas area banjir dan ketinggian banjir, namun yang digunakan untuk memperoleh nilai bahaya banjir adalah ketinggian genangan. Untuk lebih jelasnya dapat melihat dan penjelasan berikut ini.



Gambar 4 Bagan Alur Kerja Bahaya

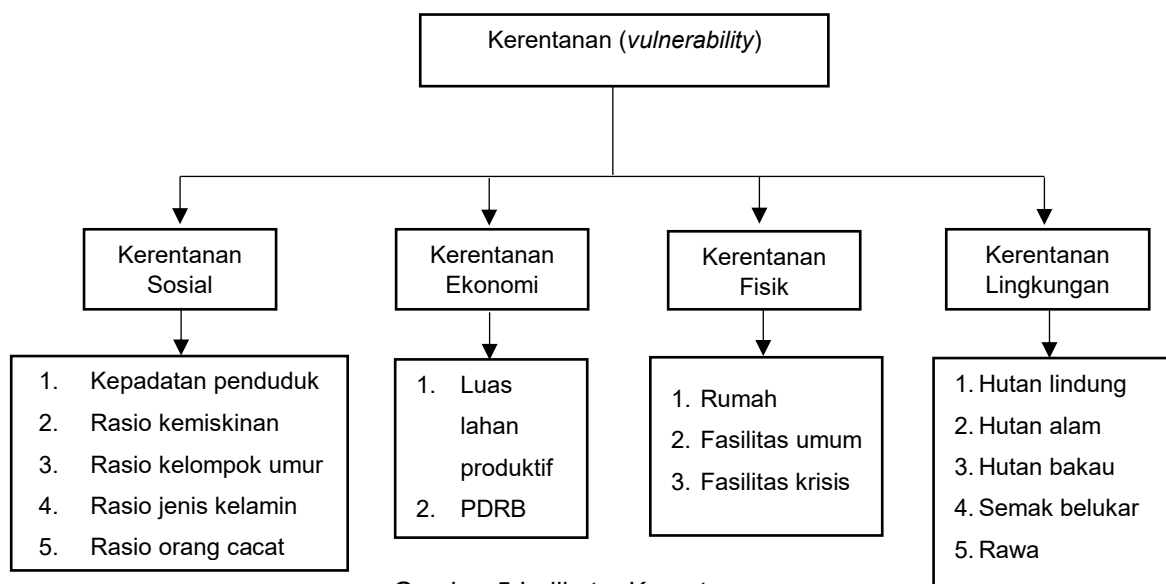
2.4.1.1 Luas Area Banjir

Untuk mengetahui luas banjir Kecamatan Manggala data spasial area banjir di peroleh dari BNPB diolah menggunakan GIS sehingga diperoleh luas area banjir dan luas genangan per jenis guna lahan pada daerah penelitian.

2.4.1.2 Ketinggian Banjir

Alur kerja untuk ketinggian genangan sama dengan alur kerja untuk memperoleh luas area banjir, yaitu data spasial banjir dari BNPB diolah dengan menggunakan GIS sehingga diperoleh ketinggian banjir Kelurahan Batua dan ketinggian banjir pada jenis guna lahan (lihat Gambar 3). Skor bahaya tidak diperoleh melalui skoring, melainkan menggunakan skor bahaya seperti yang tercantum pada Tabel 1.

2.4.2 Kerentanan (*Vulnerability*)

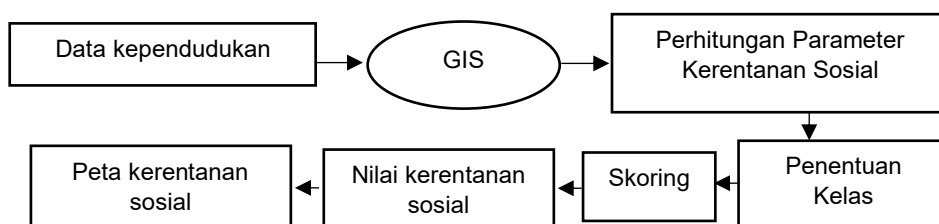


Gambar 5 Indikator Kerentanan

Kerentanan diperoleh dari kerentanan sosial, fisik, ekonomi dan lingkungan (lihat Gambar 5) dengan menggunakan persamaan 5 untuk itu perlu diketahui terlebih dahulu nilai kerentanan sosial, fisik, ekonomi dan lingkungan. Untuk memperoleh nilai kerentanan sosial, fisik, ekonomi dan lingkungan dapat dilihat pada penjelasan berikut.

2.4.2.1 Kerentanan Sosial

Pengolahan data untuk memperoleh nilai kerentanan sosial berikut.



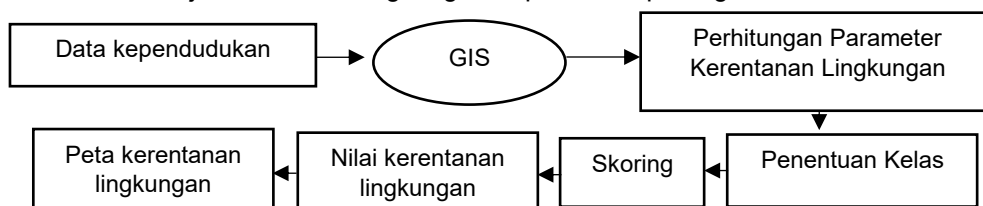
Gambar 6 Bagan Alur Kerentanan Sosial

Pengolahan data diawali dengan mengumpulkan data kependudukan yang diperoleh dari makassar dalam angka yang berupa jumlah penduduk, jumlah penduduk wanita, jumlah penduduk miskin, jumlah penduduk cacat, jumlah penduduk dengan kelompok umur <5 tahun dan 65> tahun, dan luas wilayah masing – masing kelurahan. Data tersebut kemudian dimasukkan dalam GIS. Proses

perhitungan dilakukan dengan menggunakan *calculator* GIS. Untuk menghitung parameter – parameter kerentanan sosial, digunakan rumus yang terdapat pada halaman 26 (2). Nilai yang diperoleh dari perhitungan parameter kemudian ditentukan kelasnya dan kemudian dilakukan skoring (lihat tabel 3). Setelah dilakukan skoring pada tiap parameter, kemudian dilakukan perhitungan nilai kerentanan sosial. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan 1 tahap akhir yaitu pembuatan peta indikator kerentanan sosia dan peta kerentanan sosial dengan menggunakan GIS. Dengan demikian, kondisi sosial masyarakat juga mempengaruhi tingkat kerentanan terhadap ancaman bahaya.

2.4.2.2 Kerentanan Lingkungan

Alur kerja kerentanan lingkungan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

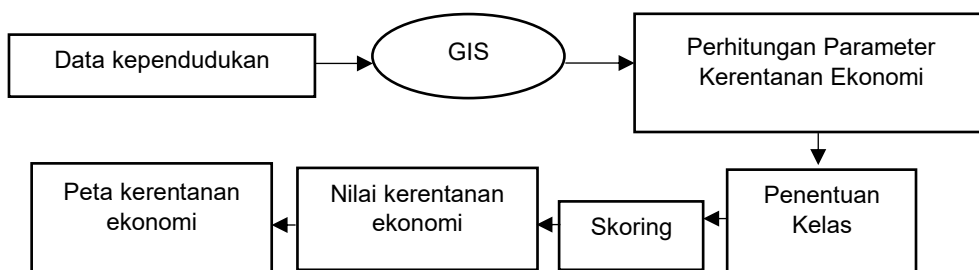


Gambar 7 Bagan Alur Kerja Kerentanan Lingkungan

Pengolahan data untuk kerentanan lingkungan diawali dengan menganalisis data spasial guna lahan yang diperoleh dari BPBD dengan menggunakan *summarize* pada GIS sehingga diperoleh luas tiap parameter per kelurahan. Luas parameter-parameter tersebut kemudian ditentukan kelasnya dan setelah itu dilakukan skoring (lihat tabel 7). Setelah melakukan skoring, kemudian dilakukan perhitungan nilai kerentanan lingkungan dengan menggunakan persamaan 4. Kemudian dibuat peta parameter-parameter kerentanan lingkungan dan peta kerentanan lingkungan dengan menggunakan GIS. Lingkungan hidup suatu masyarakat memiliki pengaruh besar terhadap kerentanan. Orang yang tinggal di daerah yang gersang dan dimana air langka akan selalu menghadapi risiko kekeringan.

2.4.2.3 Kerentanan Ekonomi

Alur kerja kerentanan ekonomi dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

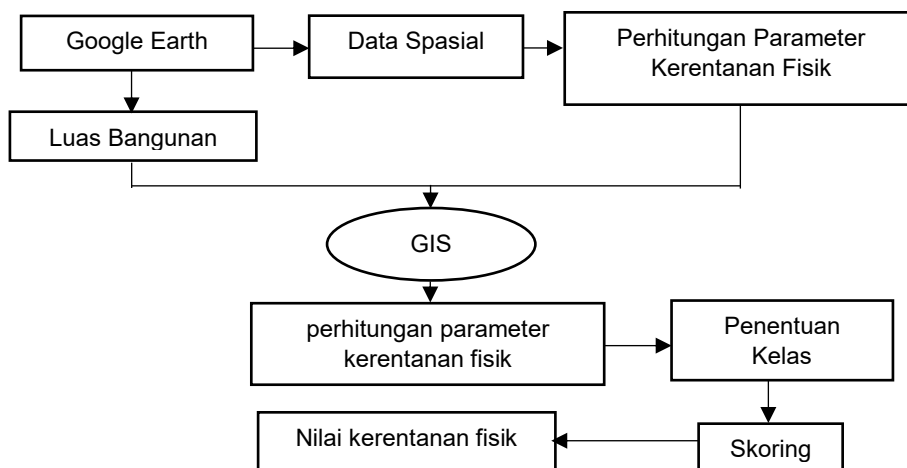


Gambar 8 Bagan Alur Kerja Kerentanan Ekonomi

Pengolahan data untuk kerentanan ekonomi diawali dengan mencari data jumlah produksi komoditi (gabah kering giling, pipilan jagung, ubi kayu, ubi jalar, dan kacang hijau) dan data Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) di kota makassar. Data-data tersebut kemudian diinput ke GIS dan dihitung dengan menggunakan *calculator* GIS, sehingga perhitungan parameter kerentanan ekonomi dapat dilakukan. Perhitungan parameter dilakukan seperti pada halaman 27 poin (4). Setelah itu dilakukan penentuan kelas dan skoring (lihat tabel 5). Setelah diperoleh skor masing-masing parameter, kemudian dilakukan perhitungan nilai kerentanan ekonomi dengan persamaan (2). Makin rendah sosial ekonomi akan semakin tinggi tingkat kerentanan dalam menghadapi bencana. Masyarakat yang ekonominya kuat, ketika tertimpa bencana dapat menolong dirinya sendiri, misalnya dengan berlindung di penginapan atau tempat lainnya (Nurhayati, 2010).

2.4.2.4 Kerentanan Fisik

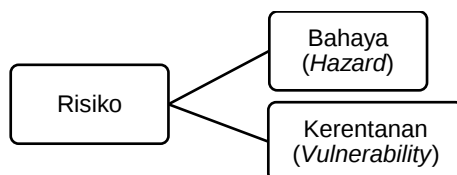
Alur kerja kerentanan fisik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 9 Bagan Alur Kerja Kerentanan Fisik

Data yang diperlukan untuk memperoleh nilai kerentanan fisik adalah data luas bangunan, data jumlah bangunan, dan data kawasan pemukiman. Data luas bangunan diperoleh dengan menggunakan citra satelit Google Earth. Data luas bangunan yang diperoleh adalah luas universitas, sekolah dasar, mesjid, dan gereja, sedangkan untuk luas rumah sakit dan puskesmas diperoleh dari internet. Data-data tersebut kemudian diinput dalam GIS sehingga perhitungan parameter kerentanan fisik dengan menggunakan *calculator* GIS (lihat halaman 28 poin 5) dan penentuan kelas serta skoring (lihat tabel 6) dapat dilakukan. Setelah itu, menghitung nilai kerentanan fisik dengan menggunakan persamaan 3. Secara umum kerentanan fisik mengacu pada kekhawatiran dan kelemahan/kekurangan pada lokasi terbangun.

2.4.3 Risiko (Risk) Bencana



Gambar 10 Bagan Alur Kerja Risiko

Nilai risiko diperoleh dari bahaya banjir dan kerentanan (lihat gambar 10). Oleh karena itu pengolahan data risiko bencana diawali dengan menganalisis bahaya banjir dan setiap indikator kerentanan berdasarkan susunan kerja yang telah ditentukan oleh BNPB. Setelah mendapat nilai kerentanan, kemudian dianjurkan dengan menghitung nilai dampak banjir yang dalam penelitian ini dianggap sebagai risiko dan pembuatan peta dampak dengan menggunakan GIS.

Dampak banjir dianggap sebagai risiko, sehingga untuk menganalisis nilai risiko digunakan pendekatan berikut.

$$R = H \times V$$

di mana:

R : Disaster Risk: Risiko Bencana

H : Hazard Threat: Bahaya

V : Vulnerability: Kerentanan