

BAB 2

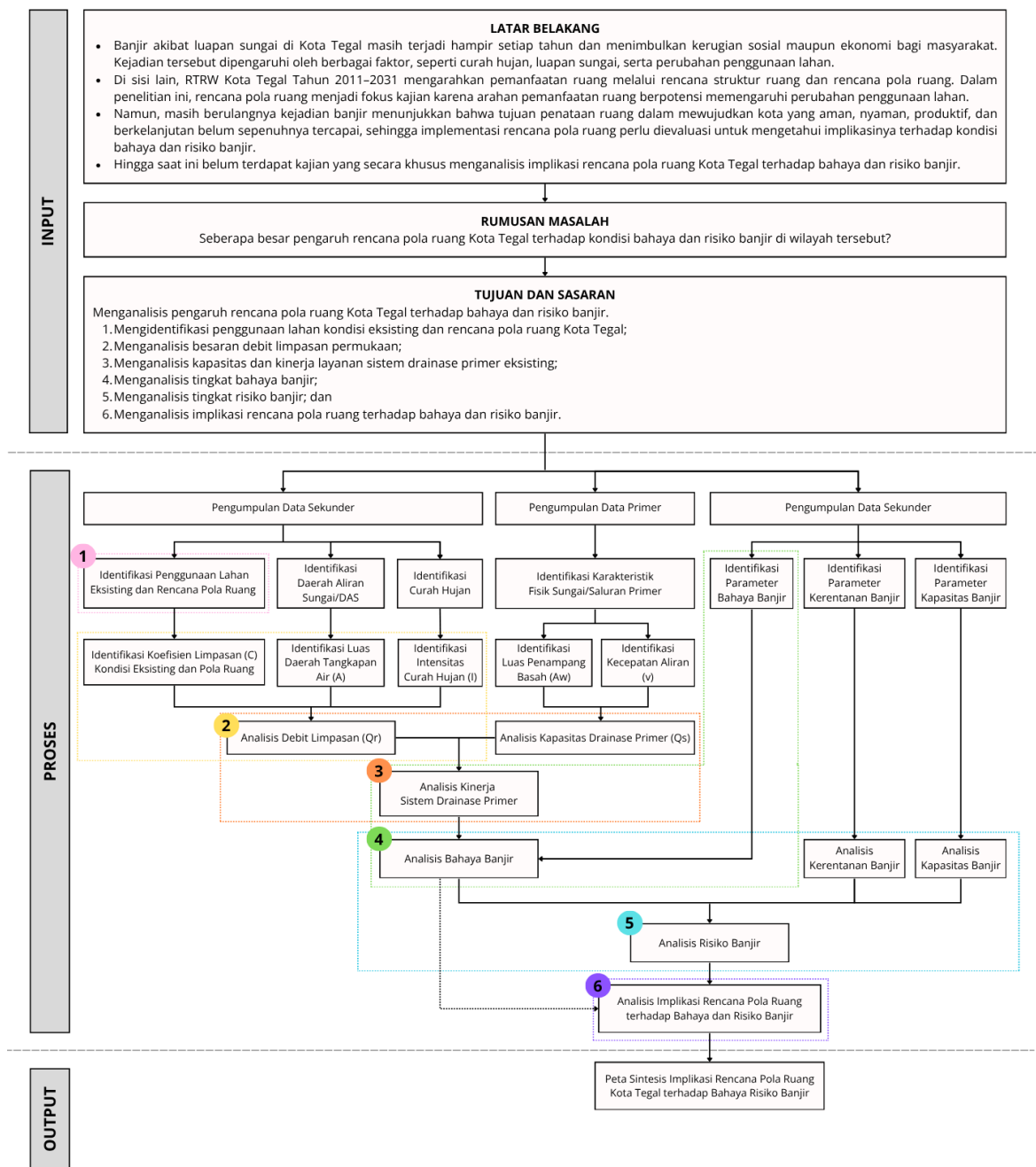
KONSEP PERENCANAAN

2.1 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran disusun untuk menggambarkan alur penelitian secara sistematis mulai dari identifikasi permasalahan, perumusan tujuan dan sasaran, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, hingga diperolehnya luaran penelitian. Kerangka pemikiran menjadi acuan dalam menghubungkan permasalahan penelitian dengan tahapan analisis yang dilakukan untuk menjawab tujuan penelitian. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kejadian banjir yang masih terjadi di Kota Tegal serta adanya perubahan penggunaan lahan yang dapat memengaruhi karakteristik limpasan permukaan dan kemampuan sistem drainase dalam mengalirkan debit yang diterima. Di sisi lain, RTRW Kota Tegal Tahun 2011-2031 mengarahkan pemanfaatan ruang melalui rencana struktur ruang dan rencana pola ruang yang dalam penelitian ini dikaji berdasarkan kondisi rencana pola ruang.

Penelitian dilakukan untuk menganalisis pengaruh rencana pola ruang terhadap bahaya dan risiko banjir melalui perbandingan antara kondisi eksisting tahun 2025 dan kondisi rencana pola ruang. Perubahan penggunaan lahan berpengaruh terhadap nilai koefisien limpasan yang selanjutnya memengaruhi besarnya debit limpasan permukaan pada masing-masing sub-sistem drainase. Debit yang diterima kemudian dibandingkan dengan kapasitas drainase primer untuk mengetahui kinerja sistem drainase. Hasil analisis penggunaan lahan dan kinerja sistem drainase selanjutnya digunakan bersama dengan parameter kemiringan lereng, topografi, curah hujan, dan jenis tanah dalam menentukan tingkat bahaya banjir

Analisis kerentanan dilakukan berdasarkan aspek sosial, ekonomi, dan fisik, sedangkan analisis kapasitas menggunakan Indeks Ketahanan Daerah (IKD) dan Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat (IKM). Hasil analisis bahaya, kerentanan, dan kapasitas selanjutnya diintegrasikan untuk memperoleh tingkat risiko banjir. Analisis bahaya dan risiko dilakukan pada kondisi eksisting tahun 2025 dan kondisi rencana pola ruang. Kedua kondisi tersebut kemudian dibandingkan secara kuantitatif dan spasial untuk mengidentifikasi perubahan yang terjadi dan menganalisis implikasi rencana pola ruang terhadap bahaya dan risiko banjir di Kota Tegal. Adapun kerangka pemikiran penelitian disajikan pada Gambar 2.1 berikut.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 2.1 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan kerangka penelitian diawali dengan pengumpulan data primer dan sekunder sesuai kebutuhan analisis. Data sekunder meliputi penggunaan lahan eksisting tahun 2025, rencana pola ruang Kota Tegal, daerah aliran sungai, curah hujan, serta parameter bahaya, kerentanan, dan kapasitas. Data primer berupa karakteristik fisik sungai atau saluran primer digunakan dalam analisis kapasitas sistem drainase.

Tahap analisis dimulai dengan identifikasi penggunaan lahan eksisting dan rencana pola ruang untuk menentukan koefisien limpasan. Data curah hujan digunakan untuk memperoleh intensitas hujan, sedangkan daerah tangkapan air digunakan untuk menentukan luas wilayah tangkapan. Komponen tersebut menjadi dasar perhitungan debit limpasan permukaan pada masing-masing sub-sistem drainase. Karakteristik fisik sungai atau saluran primer digunakan untuk menentukan luas penampang basah dan kecepatan aliran sebagai dasar perhitungan kapasitas drainase primer.

Kinerja sistem drainase primer diperoleh melalui perbandingan debit yang diterima dengan kapasitas pengaliran saluran. Hasil analisis kinerja drainase selanjutnya digunakan bersama parameter bahaya lainnya untuk menentukan tingkat bahaya banjir. Analisis bahaya dilakukan pada kondisi eksisting tahun 2025 dan kondisi rencana pola ruang sehingga menghasilkan tingkat bahaya pada kedua kondisi.

Analisis kerentanan mencakup aspek sosial, ekonomi, dan fisik, sedangkan analisis kapasitas menggunakan Indeks Ketahanan Daerah (IKD) dan Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat (IKM). Hasil analisis bahaya, kerentanan, dan kapasitas kemudian diintegrasikan untuk memperoleh tingkat risiko banjir pada kondisi eksisting dan kondisi rencana pola ruang.

Tahap akhir berupa perbandingan tingkat bahaya dan risiko antara kondisi eksisting dan kondisi rencana pola ruang untuk mengidentifikasi kategori perubahan menurun, tetap, dan meningkat. Hasil implikasi bahaya dan risiko selanjutnya disintesis dengan rencana pola ruang sehingga menghasilkan Peta Sintesis Implikasi Rencana Pola Ruang Kota Tegal terhadap Bahaya dan Risiko Banjir sebagai output akhir penelitian.

2.2 Kajian Teori

2.2.1 Banjir

Banjir merupakan peristiwa meluapnya air dari sungai, saluran drainase, atau sistem pengaliran lainnya akibat debit air yang melebihi kapasitas tampung, sehingga air menggenangi wilayah di sekitarnya. Fitriansyah et al. (2024) menjelaskan bahwa banjir

terjadi ketika debit aliran meningkat melebihi kapasitas sungai sehingga air meluap ke dataran di sekitarnya. Kondisi serupa juga dapat terjadi pada sistem drainase apabila debit yang diterima lebih besar daripada kapasitas pengalirannya (Gaharu et al., 2025). Banjir dapat menimbulkan kerugian fisik, sosial, ekonomi, serta gangguan terhadap aktivitas masyarakat dan fungsi pelayanan wilayah (Anwar et al., 2022). Selanjutnya, Melianita et al., (2021) menyatakan bahwa banjir dapat terjadi ketika kapasitas saluran tidak memadai untuk menampung debit air yang ada atau aliran air menjadi terhambat, sehingga air meluap keluar dari saluran. Adapun jenis, penyebab, dan dampak banjir dijelaskan sebagai berikut.

2.2.1.1 Jenis Banjir

Banjir dapat dibedakan berdasarkan sumber air dan karakteristik kejadiannya. Pusat Kritis Kesehatan Kemenkes RI dalam Balahanti et al., (2023), menjelaskan beberapa jenis banjir, antara lain banjir bandang, banjir akibat luapan sungai atau saluran, banjir lumpur, banjir rob, dan banjir akibat hujan lokal.

a. Banjir Bandang

Banjir bandang merupakan jenis banjir yang sangat berbahaya karena mampu membawa dan mengangkut berbagai material dari sekitarnya, termasuk tanah, batu, dan benda-benda berat. Banjir ini biasanya terjadi di daerah pegunungan yang mengalami deforestasi atau gundulnya hutan, sehingga aliran air tidak tertahan oleh vegetasi. Dampak dari banjir bandang cenderung parah, merusak infrastruktur, pemukiman, dan lahan, serta menimbulkan risiko tinggi bagi keselamatan manusia

b. Banjir Air

Banjir air merupakan jenis banjir yang paling umum terjadi. Banjir ini biasanya disebabkan oleh meluapnya air sungai, danau, atau saluran drainase ketika kapasitas tampungnya tidak cukup menampung curah hujan yang tinggi. Air yang meluap ini akan menggenangi pemukiman, jalan, dan lahan pertanian, menimbulkan kerugian sosial dan ekonomi bagi masyarakat. Karena frekuensinya tinggi, banjir air menjadi fokus utama dalam perencanaan mitigasi perkotaan.

c. Banjir Lumpur

Banjir lumpur mirip dengan banjir bandang, tetapi berasal dari aliran lumpur yang keluar dari dalam bumi hingga mencapai daratan. Aliran lumpur ini mengandung material berbahaya dan gas yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia serta makhluk hidup

lainnya. Banjir lumpur menimbulkan risiko yang berbeda karena selain air, material berbahaya di dalam lumpur dapat merusak lingkungan dan fasilitas secara signifikan.

d. Banjir Rob (Banjir Laut / Air Pasang)

Banjir rob terjadi akibat naiknya permukaan air laut, terutama saat pasang tinggi atau gelombang laut yang besar. Jenis banjir ini biasanya menyerang wilayah pesisir dan pemukiman dekat pantai, merendam rumah, jalan, dan lahan pertanian. Dampaknya cenderung kronis di wilayah yang topografinya rendah dan memerlukan mitigasi berupa tanggul, sistem drainase pantai, atau peringatan dini pasang laut.

e. Banjir Cileunang

Banjir cileunang atau banjir akibat hujan lokal adalah jenis banjir yang mirip dengan banjir air, namun terjadi akibat hujan deras yang intens sehingga air tidak tertampung dan meluap ke daratan. Banjir ini cenderung bersifat lokal dan cepat terbentuk setelah hujan lebat, menimbulkan genangan di pemukiman, jalan, dan lahan pertanian. Karakteristiknya yang singkat membuat masyarakat membutuhkan sistem peringatan dini dan kesiapsiagaan cepat.

2.2.1.2 Penyebab Banjir

Kejadian banjir dipengaruhi oleh berbagai faktor yang kompleks, baik yang berasal dari alam maupun aktivitas manusia (Arvi et al., 2025). Adapun contoh dari Pengaruh faktor alam, yaitu curah hujan tinggi, topografi dataran rendah, serta keberadaan sungai yang melintasi suatu wilayah dapat meningkatkan potensi terjadinya banjir. Selain itu, contoh dari pengaruh aktivitas manusia yaitu perubahan penggunaan lahan, meningkatnya luas kawasan terbangun, dan sistem drainase yang kurang optimal. Sedangkan menurut Siswoko (2002), penyebab banjir dapat dijelaskan melalui beberapa faktor, antara lain:

a. Curah Hujan

Curah hujan dengan intensitas tinggi menghasilkan volume limpasan permukaan yang besar. Apabila debit yang terbentuk melebihi kapasitas sungai atau saluran drainase, air dapat meluap dan menggenangi wilayah sekitarnya.

b. Topografi

Wilayah dengan topografi rendah dan kemiringan lereng yang relatif datar memiliki kecenderungan lebih besar mengalami akumulasi aliran permukaan karena kecepatan pengaliran relatif rendah.

c. Erosi dan Sedimentasi

Erosi pada daerah aliran sungai dapat meningkatkan sedimentasi pada sungai atau saluran. Akumulasi sedimen dapat mengurangi luas penampang efektif sehingga kapasitas pengaliran menurun.

d. Kapasitas Sungai dan Saluran

Kapasitas sungai atau saluran yang lebih kecil daripada debit yang diterima dapat menyebabkan air meluap. Kapasitas pengaliran dipengaruhi oleh dimensi penampang, kemiringan saluran, kekasaran permukaan, serta kondisi fisik saluran.

e. Pengaruh Pasang Laut

Pada wilayah pesisir, pasang laut dapat menghambat pelepasan aliran sungai maupun drainase ke laut. Kondisi tersebut dapat meningkatkan tinggi muka air pada bagian hilir dan memperbesar kemungkinan terjadinya banjir.

f. Perubahan Penggunaan Lahan

Perubahan lahan terbuka atau vegetasi menjadi kawasan terbangun meningkatkan luas permukaan kedap air. Kondisi tersebut mengurangi infiltrasi dan meningkatkan limpasan permukaan yang masuk ke sistem drainase.

g. Berkurangnya Daerah Resapan

Berkurangnya ruang terbuka dan daerah resapan menyebabkan semakin kecilnya air hujan yang dapat meresap ke dalam tanah, sehingga volume limpasan permukaan meningkat.

h. Sampah dan Hambatan Aliran

Sampah atau material lain yang berada pada saluran dapat menghambat aliran dan mengurangi kapasitas efektif drainase.

i. Kerusakan Infrastruktur Pengendali Banjir

Kerusakan tanggul, pintu air, saluran, maupun bangunan pengendali lainnya dapat mengurangi kemampuan sistem dalam mengendalikan aliran banjir.

2.2.1.3 Dampak Banjir

Banjir memiliki berbagai dampak yang signifikan terhadap kehidupan masyarakat, baik dari aspek ekonomi, sosial, fisik, maupun kesehatan. Dampak fisik meliputi kerusakan bangunan, jaringan jalan, fasilitas umum, serta infrastruktur pelayanan. Dampak ekonomi dapat berupa terganggunya aktivitas perdagangan, industri, transportasi, dan kegiatan usaha masyarakat akibat terendamnya kawasan aktivitas ekonomi (Ainurrosyidah, 2022).

Selain itu, banjir dapat menimbulkan dampak sosial berupa terganggunya kegiatan pendidikan, pelayanan kesehatan, mobilitas masyarakat, serta aktivitas sehari-hari. Rostati & Haryanto (2021) menunjukkan bahwa banjir dapat menyebabkan sarana pendidikan terdampak sehingga kegiatan belajar mengajar terganggu. Safitri et al., (2025) juga menjelaskan bahwa dampak banjir dapat berbeda antarwilayah tergantung kondisi fisik dan tingkat keterpaparan masyarakat maupun aset.

Dari aspek kesehatan, banjir dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan akibat menurunnya kualitas lingkungan dan sanitasi. Christian et al., (2023) menunjukkan adanya hubungan antara kejadian banjir dengan meningkatnya keluhan kesehatan masyarakat pascabencana. Hal ini menegaskan dampak banjir tidak hanya berkaitan dengan kerusakan fisik, tetapi juga mencakup aspek sosial, ekonomi, dan kesehatan yang menjadi dasar dalam penilaian risiko bencana.

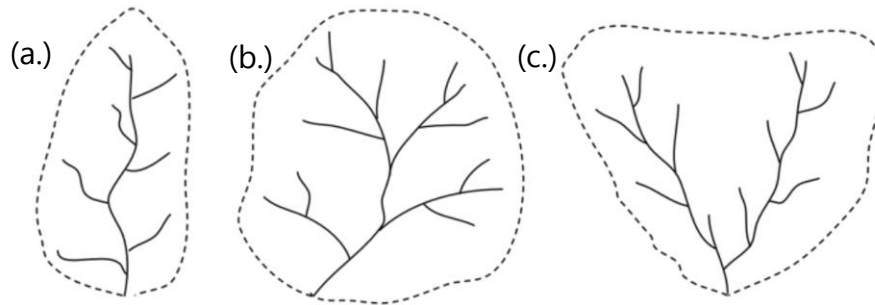
2.2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) dalam Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 23 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Kehutanan didefinisikan sebagai suatu wilayah daratan yang secara alami menjadi satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang dibatasi oleh kondisi topografi seperti punggung bukit atau pegunungan. Wilayah ini berfungsi sebagai area penampung air hujan yang kemudian disimpan dan dialirkan menuju danau atau laut melalui sistem aliran sungai. Sejalan dengan itu, DAS juga dapat dipahami sebagai suatu kesatuan wilayah tata air tempat air hujan ditangkap dan dialirkan melalui jaringan sungai menuju *outlet* tertentu (Ananda & Zakiah, 2024).

Suatu DAS dapat dibagi menjadi bagian yang lebih kecil yang disebut sub-DAS. Sub-DAS merupakan wilayah yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai menuju sungai utama dalam satu sistem DAS. Pembagian tersebut menunjukkan bahwa DAS memiliki struktur yang bersifat hierarkis, di mana setiap bagian wilayah memberikan kontribusi terhadap besarnya aliran yang menuju outlet. Oleh karena itu, karakteristik fisik wilayah, penggunaan lahan, luas daerah tangkapan, kemiringan lereng, dan kondisi jaringan sungai pada masing-masing bagian DAS dapat memengaruhi proses pembentukan limpasan dan debit aliran (Marcelino Regar et al., 2020).

Karakteristik DAS berpengaruh terhadap respons aliran akibat curah hujan. Luas DAS, bentuk DAS, kemiringan lereng, panjang aliran, serta pola jaringan sungai dapat memengaruhi waktu konsentrasi dan besarnya debit limpasan. Waktu konsentrasi

merupakan waktu yang dibutuhkan air dari titik terjauh dalam daerah tangkapan untuk mencapai titik keluaran. Semakin cepat aliran dari berbagai bagian wilayah mencapai outlet, semakin besar kemungkinan terbentuknya debit puncak dalam waktu yang relatif singkat. Menurut Sosrodarsono dan Takeda (2003) dalam Salaki et al., (2019), berdasarkan karakteristik debit banjir yang dihasilkan, bentuk DAS dapat dibedakan menjadi tiga jenis yang ditampilkan pada Gambar 2.2 berikut.



Sumber: Salaki et al. (2019)

Gambar 2.2 Bentuk-Bentuk DAS

Berdasarkan gambar di atas, tiga bentuk DAS yang dimaksud adalah sebagai berikut.

a. DAS berbentuk bulu burung

Bentuknya ramping dan memanjang, dengan sungai-sungai tributari berderet paralel di kedua sisi sungai induk. Aliran dari sub-DAS tiba secara bertahap dan tidak serentak, menghasilkan puncak banjir yang rendah tetapi berlangsung lebih panjang.

b. DAS berbentuk radial

Memiliki pola drainase yang memancar seperti jamur atau setengah lingkaran, di mana tributari dari berbagai penjuru mengarah ke satu pusat. Hujan merata di DAS akan memicu konvergensi aliran simultan, sehingga potensi debit banjir puncak menjadi sangat tinggi.

c. DAS berbentuk paralel

Terdiri dari sub-DAS hulu yang besar dan menyatu di hilir, dengan variasi karakteristik antar-sub-DAS. Hujan serentak di beberapa sub-DAS dapat menyebabkan penggabungan aliran di hilir, memicu banjir dengan debit signifikan.

Konsep DAS dalam penelitian ini digunakan untuk menjelaskan hubungan wilayah tangkapan dengan pembentukan aliran permukaan, sedangkan analisis debit limpasan dan kinerja drainase dilakukan pada masing-masing sub-sistem drainase di Kota Tegal. Setiap sub-sistem drainase memiliki daerah tangkapan yang menerima curah hujan dan

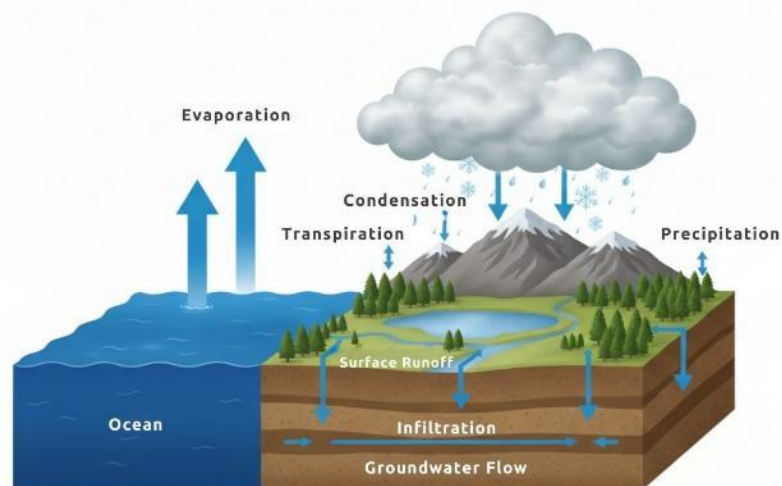
menghasilkan limpasan yang selanjutnya dialirkan melalui sungai atau saluran primer menuju outlet.

2.2.3 Hidrologi

Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang keberadaan, pergerakan, distribusi, serta sifat-sifat air di bumi, baik yang berada di permukaan maupun di bawah permukaan tanah. Hidrologi berperan dalam menjelaskan proses-proses yang memengaruhi terbentuknya aliran air, khususnya yang berkaitan dengan curah hujan dan limpasan permukaan.

2.2.3.1 Siklus Hidrologi

Air yang mengalir dalam suatu wilayah pada dasarnya merupakan bagian dari suatu sistem yang lebih besar, yaitu siklus hidrologi. Siklus hidrologi menggambarkan proses pergerakan air yang berlangsung secara dinamis dan berkesinambungan dari atmosfer ke permukaan bumi, kemudian kembali lagi ke atmosfer. Proses ini melibatkan berbagai tahapan fisik seperti penguapan (*evaporation*), pengembunan (*condensation*), dan presipitasi (*precipitation*), yang berperan dalam menentukan distribusi air di suatu wilayah. Siklus hidrologi juga berpengaruh terhadap jumlah air yang akhirnya menjadi aliran di permukaan, termasuk limpasan. Ilustrasi mengenai proses siklus hidrologi dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



Sumber: thecivilstudies.com

Gambar 2.3 Siklus Hidrologi

Berdasarkan gambar di atas, siklus hidrologi secara menyeluruh diawali dari proses penguapan (*evaporation*) dan pelepasan uap air dari vegetasi (*transpiration*) yang berasal dari samudra maupun permukaan daratan. Uap air yang terbentuk kemudian naik ke atmosfer

dan mengalami proses pengembunan (*condensation*) hingga membentuk awan. Selanjutnya, air turun ke permukaan bumi dalam bentuk presipitasi (*precipitation*), seperti hujan. Air hujan yang jatuh ke permukaan bumi kemudian akan terbagi ke dalam beberapa jalur, yaitu sebagian mengalir di atas permukaan sebagai limpasan (*surface runoff*), sebagian meresap ke dalam tanah melalui proses infiltrasi (*infiltration*), dan sebagian lainnya tersimpan sementara dalam berbagai bentuk seperti genangan atau air tanah. Proporsi dari masing-masing jalur tersebut dipengaruhi oleh kondisi fisik wilayah, seperti jenis tanah, kemiringan lereng, dan penggunaan lahan.

2.2.3.2 Hujan

Hujan merupakan presipitasi berupa air yang jatuh dari atmosfer ke permukaan bumi dan menjadi salah satu komponen utama dalam siklus hidrologi. Hujan berperan dalam menentukan jumlah air yang masuk ke suatu wilayah dan selanjutnya memengaruhi proses infiltrasi, penyimpanan, serta pembentukan limpasan permukaan (*surface runoff*).

a. Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air hujan yang jatuh pada suatu wilayah dalam periode waktu tertentu dan umumnya dinyatakan dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan menggambarkan besarnya masukan air ke dalam sistem hidrologi sebelum mengalami proses infiltrasi, evaporasi, penyimpanan, maupun aliran permukaan (Windari & Sudarti, 2024). Rakhmawati (2024) juga menjelaskan bahwa curah hujan dapat dinyatakan sebagai tinggi air hujan yang terkumpul pada permukaan horizontal dalam periode tertentu.

Data hujan digunakan untuk menentukan karakteristik hujan yang berpengaruh terhadap pembentukan debit limpasan. Data tersebut dapat dianalisis untuk memperoleh curah hujan maksimum tahunan, distribusi probabilitas, serta curah hujan rencana berdasarkan periode ulang tertentu. Curah hujan rencana selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan intensitas hujan yang diperlukan dalam perhitungan debit limpasan permukaan. Dalam penelitian ini, data curah hujan digunakan untuk memperoleh curah hujan rencana yang kemudian dikonversi menjadi intensitas hujan sesuai dengan waktu konsentrasi masing-masing daerah tangkapan. Nilai intensitas hujan tersebut selanjutnya digunakan dalam perhitungan debit limpasan dengan Metode Rasional.

b. Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan besarnya curah hujan yang terjadi dalam satuan waktu tertentu dan umumnya dinyatakan dalam mm/jam. Intensitas hujan memiliki hubungan

langsung dengan pembentukan limpasan permukaan karena hujan dengan intensitas yang tinggi dapat menghasilkan debit aliran yang lebih besar, terutama apabila intensitas hujan melebihi kemampuan infiltrasi tanah (Hutami et al., 2024).

Apabila data hujan yang tersedia berupa curah hujan harian, intensitas hujan dapat ditentukan melalui pendekatan empiris berdasarkan curah hujan harian maksimum dan durasi hujan. Salah satu metode yang umum digunakan adalah persamaan Mononobe, yang menghubungkan curah hujan harian maksimum dengan waktu konsentrasi. Waktu konsentrasi menggambarkan waktu yang dibutuhkan aliran dari titik terjauh dalam daerah tangkapan untuk mencapai outlet. Dengan demikian, intensitas hujan yang digunakan dalam perhitungan debit limpasan disesuaikan dengan karakteristik waktu aliran pada masing-masing daerah tangkapan.

2.2.3.3 Limpasan Air Hujan (*runoff*)

Limpasan air hujan (*runoff*) merupakan bagian dari siklus hidrologi yang menunjukkan bagian curah hujan yang tidak hilang melalui proses intersepsi vegetasi, evaporasi, infiltrasi ke dalam tanah, maupun penyimpanan sementara di cekungan permukaan, sehingga akhirnya keluar dari suatu wilayah sebagai aliran air menuju saluran atau sungai terdekat (Nindya et al., 2023). Dalam analisis hidrologi perkotaan dan sistem drainase, limpasan permukaan menjadi salah satu komponen utama karena memberikan kontribusi langsung terhadap debit yang harus dialirkan oleh jaringan drainase (Suripin, 2004). Sementara itu, aliran tertunda dan aliran bawah permukaan memiliki respon yang lebih lambat terhadap hujan sehingga kontribusinya terhadap debit maksimum relatif kecil dan umumnya tidak diperhitungkan.

Limpasan permukaan terbentuk ketika intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah atau ketika permukaan tanah telah mencapai kondisi jenuh. Air kemudian bergerak dari wilayah dengan topografi lebih tinggi menuju wilayah yang lebih rendah dan selanjutnya masuk ke sistem sungai atau saluran drainase (Stevania et al., 2021). Besarnya limpasan permukaan dipengaruhi oleh karakteristik hujan dan karakteristik daerah tangkapan. Menurut Suripin (2004), faktor-faktor tersebut dapat dikelompokkan menjadi faktor meteorologi dan karakteristik fisik wilayah sebagai berikut.

1) Faktor Meteorologi

Faktor meteorologi yang berpengaruh terhadap limpasan permukaan terutama berkaitan dengan karakteristik hujan, yang meliputi:

a. Intensitas hujan

Intensitas hujan memengaruhi laju terbentuknya limpasan permukaan. Semakin tinggi intensitas hujan, semakin besar kemungkinan air hujan tidak seluruhnya dapat meresap ke dalam tanah sehingga limpasan permukaan meningkat (Pujiastuti & Risna, 2022).

b. Durasi hujan

Durasi hujan memengaruhi volume total air yang diterima oleh suatu daerah tangkapan. Hujan dengan durasi yang panjang dapat meningkatkan tingkat kejenuhan tanah dan memperbesar volume limpasan yang terbentuk.

c. Distribusi curah hujan

Distribusi curah hujan secara spasial maupun temporal memengaruhi pola pembentukan limpasan. Perbedaan intensitas dan sebaran hujan pada bagian-bagian daerah tangkapan dapat menghasilkan respons debit yang berbeda pada outlet.

2) Karakteristik Daerah Aliran Sungai (DAS)

Karakteristik DAS yang mempengaruhi limpasan permukaan meliputi kondisi fisik wilayah tangkapan air, antara lain:

a. Jenis Tanah

Jenis tanah memengaruhi kemampuan infiltrasi melalui karakteristik tekstur dan permeabilitas. Tanah dengan permeabilitas tinggi cenderung memiliki kemampuan infiltrasi lebih besar sehingga menghasilkan limpasan yang lebih kecil, sedangkan tanah dengan permeabilitas rendah cenderung meningkatkan limpasan permukaan (Fadhli & Andayono, 2022).

b. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng memengaruhi kecepatan aliran permukaan. Lereng yang lebih curam cenderung mempercepat aliran dan mengurangi kesempatan air untuk meresap ke dalam tanah, sedangkan lereng yang lebih landai memberikan waktu lebih lama bagi proses infiltrasi (Fadhilah et al., 2024).

c. Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan memengaruhi tingkat kedap permukaan dan kemampuan infiltrasi. Perubahan dari lahan vegetatif atau terbuka menjadi kawasan terbangun dapat meningkatkan luas permukaan kedap air sehingga limpasan permukaan meningkat. Pengaruh penggunaan lahan terhadap limpasan umumnya

direpresentasikan melalui koefisien limpasan (C), yaitu nilai yang menggambarkan proporsi curah hujan yang berubah menjadi limpasan (Ramadhani et al., 2021).

Dalam penelitian ini, besarnya debit limpasan permukaan dihitung menggunakan Metode Rasional yang mengintegrasikan koefisien limpasan (C), intensitas hujan (I), dan luas daerah tangkapan (A). Perubahan penggunaan lahan antara kondisi eksisting dan kondisi rencana pola ruang menyebabkan perubahan nilai koefisien limpasan, yang selanjutnya memengaruhi besarnya debit limpasan pada masing-masing sub-sistem drainase

2.2.4 Drainase

Drainase merupakan serangkaian bangunan air yang berfungsi mengurangi dan mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun sumber lainnya, agar tidak menimbulkan gangguan terhadap fungsi lahan dan aktivitas wilayah (Suripin, 2004). Selain itu, Wisudawan & Kesawa (2025) menjelaskan bahwa drainase merupakan prasarana yang digunakan untuk mengalirkan air permukaan menuju badan air penerima atau bangunan resapan dengan tujuan mengendalikan kelebihan air pada suatu wilayah. Drainase memiliki fungsi utama sebagai sistem pengendalian air dalam suatu wilayah, khususnya dalam mengelola kelebihan air permukaan agar tidak menimbulkan dampak negatif. Menurut Hardjosuprpto (1998), fungsi drainase meliputi:

- 1) Mengeringkan wilayah yang mengalami genangan air sehingga dapat kembali berfungsi secara optimal;
- 2) Mengatur akumulasi limpasan air hujan yang berlebihan serta mendukung pemanfaatannya sebagai imbuhan air tanah;
- 3) Mengendalikan potensi kerusakan lingkungan, seperti kerusakan jalan, infrastruktur, dan erosi akibat aliran air yang tidak terkendali; dan
- 4) Menjaga kualitas air dengan mengalirkan kelebihan air secara teratur dan terkendali.

Berdasarkan SNI 03-1733-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan, sistem drainase dibedakan menjadi beberapa tingkatan berdasarkan fungsinya dalam jaringan pengaliran, yaitu drainase tersier, sekunder, dan primer. Adapun penjelasan masing-masing tingkatan tersebut adalah sebagai berikut.

1) Saluran Drainase Primer

Saluran drainase primer merupakan saluran utama yang berfungsi menerima aliran dari saluran sekunder dan mengalirkannya menuju badan air penerima, seperti sungai atau laut. Saluran primer memiliki peran penting dalam menampung debit

yang berasal dari daerah tangkapan dan menjadi bagian utama dalam sistem pengaliran suatu wilayah.

2) Saluran Drainase Sekunder

Saluran drainase sekunder berfungsi menerima aliran dari saluran tersier dan mengalirkannya menuju saluran primer. Saluran ini umumnya berada pada kawasan permukiman, koridor jalan utama, atau bagian tertentu dari sistem drainase perkotaan.

3) Saluran Drainase Tersier

Saluran drainase tersier merupakan saluran dengan skala pelayanan paling kecil yang berfungsi mengumpulkan limpasan langsung dari kawasan permukiman, jalan lingkungan, halaman, atau lahan lainnya untuk kemudian dialirkan menuju saluran sekunder.

Kinerja sistem drainase menunjukkan kemampuan jaringan drainase dalam mengalirkan debit yang diterima tanpa menimbulkan kelebihan aliran pada saluran. Kemampuan tersebut dipengaruhi oleh besarnya debit yang masuk dan kapasitas pengaliran saluran, sehingga kondisi saluran dapat dinilai berdasarkan hubungan antara kedua komponen tersebut. Rahma et al. (2024) menunjukkan bahwa keterbatasan kapasitas saluran terhadap debit rencana berkaitan dengan permasalahan banjir perkotaan, sedangkan Trisnasari et al. (2026), menunjukkan bahwa kapasitas drainase yang tidak mencukupi dapat menyebabkan sistem tidak mampu mengalirkan limpasan secara efektif. Temuan tersebut menunjukkan bahwa semakin terbatas kemampuan saluran dalam menerima debit yang masuk, semakin besar potensi terjadinya luapan dan banjir pada wilayah yang dilayani.

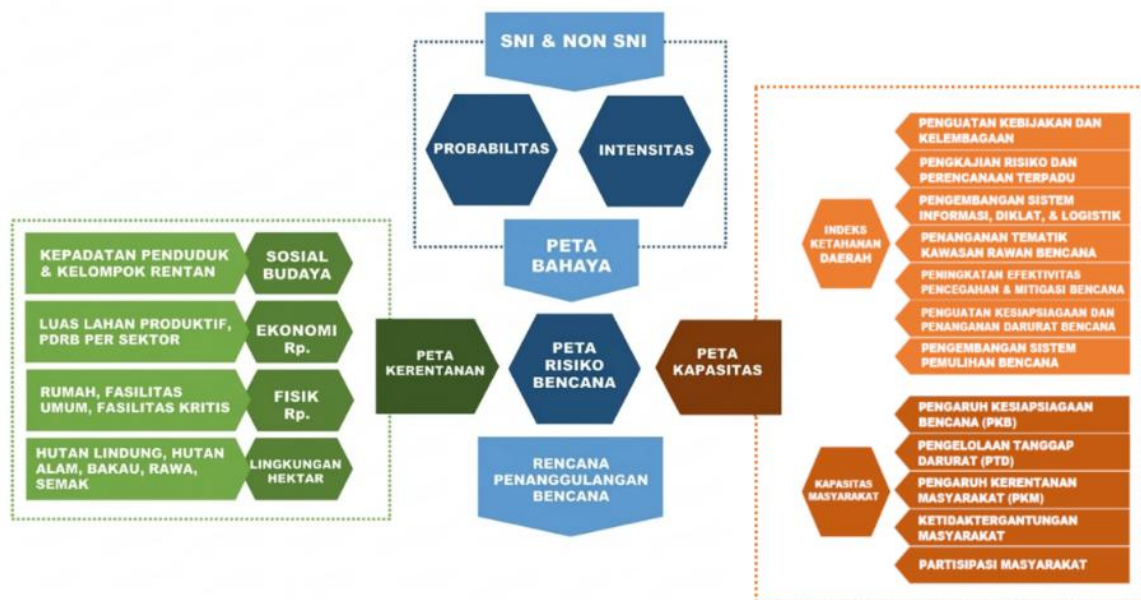
Kinerja drainase dalam penelitian ini dipahami sebagai kemampuan saluran primer dalam mengalirkan debit total yang diterima pada masing-masing sub-sistem drainase. Penilaiannya dilakukan dengan membandingkan debit total yang masuk dengan kapasitas pengaliran saluran. Kondisi ketika kapasitas saluran lebih besar daripada debit yang diterima menunjukkan bahwa saluran masih mampu mengalirkan aliran yang masuk, sedangkan kondisi ketika debit yang diterima melebihi kapasitas menunjukkan bahwa saluran tidak mampu mengalirkan seluruh debit tersebut. Konsep ini digunakan sebagai dasar untuk merepresentasikan peran sistem drainase dalam pembentukan bahaya banjir di Kota Tegal.

2.2.5 Risiko Bencana

Risiko bencana merupakan potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan dalam kurun waktu tertentu. Kerugian tersebut dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, pengungsian, kerusakan atau kehilangan harta benda, serta terganggunya kegiatan masyarakat (Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012). Risiko bencana terbentuk melalui interaksi antara komponen bahaya (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*), dan kapasitas (*capacity*). Secara konseptual, hubungan ketiga komponen tersebut dapat dinyatakan melalui persamaan sebagai berikut:

$$\text{Risiko Bencana} \approx \text{Bahaya} \times \frac{\text{Kerentanan}}{\text{Kapasitas}}$$

Berdasarkan rumus tersebut, tingkat risiko cenderung meningkat apabila tingkat bahaya dan kerentanan semakin tinggi. Sebaliknya, kapasitas berperan sebagai faktor yang dapat mengurangi tingkat risiko karena menunjukkan kemampuan wilayah dan masyarakat dalam menghadapi serta mengurangi dampak bencana. Dengan demikian, pengkajian risiko bencana memerlukan analisis terhadap masing-masing komponen bahaya, kerentanan, dan kapasitas sebelum ketiganya diintegrasikan untuk menentukan tingkat risiko. Adapun metode pengkajian risiko bencana secara keseluruhan disajikan pada Gambar 2.4 berikut.



Sumber: Perka BNPB No. 2 Tahun 2012

Gambar 2.4 Metode Pengkajian Risiko Bencana

Berdasarkan metode di atas, bahaya menggambarkan potensi terjadinya suatu bencana, kerentanan menunjukkan kondisi yang menyebabkan masyarakat atau aset lebih

mudah terdampak, sedangkan kapasitas menggambarkan kemampuan yang dimiliki untuk menghadapi dan mengurangi dampak bencana. Ketiga komponen tersebut dianalisis secara terpisah dan selanjutnya diintegrasikan untuk memperoleh tingkat risiko bencana. Adapun masing-masing komponen dijelaskan sebagai berikut.

2.2.5.1 Bahaya (*Hazard*)

Bahaya merupakan suatu kejadian atau kondisi yang berpotensi menimbulkan bencana dan menyebabkan kerugian terhadap manusia, lingkungan, harta benda, maupun aktivitas masyarakat. Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Bahaya menggunakan istilah ancaman bencana sebagai suatu kejadian atau peristiwa yang dapat menimbulkan bencana. Dalam pengkajian risiko, bahaya digunakan untuk menggambarkan potensi kejadian bencana beserta tingkat dan sebaran wilayah yang dapat terdampak.

Tingkat bahaya menunjukkan variasi potensi ancaman suatu wilayah terhadap kejadian bencana. Hasil pengkajian bahaya umumnya disajikan secara spasial dan diklasifikasikan ke dalam kelas rendah, sedang, dan tinggi untuk menunjukkan perbedaan tingkat ancaman antarwilayah. Semakin tinggi tingkat bahaya, semakin besar potensi suatu wilayah mengalami kondisi yang berkaitan dengan kejadian bencana.

Bahaya banjir menggambarkan tingkat potensi suatu wilayah mengalami kejadian banjir berdasarkan karakteristik fisik, hidrologi, penggunaan lahan, dan kondisi sistem pengaliran. Dalam penelitian ini, tingkat bahaya banjir dianalisis berdasarkan parameter kemiringan lereng, topografi, curah hujan, penggunaan lahan, kinerja sistem drainase primer, dan jenis tanah. Hasil analisis tersebut selanjutnya digunakan sebagai salah satu komponen dalam penentuan tingkat risiko banjir

2.2.5.2 Kerentanan (*Vulnerability*)

Kerentanan (*vulnerability*) merupakan kondisi yang menggambarkan tingkat kemudahan suatu masyarakat, wilayah, aset, maupun sistem untuk terdampak oleh suatu ancaman bencana. Semakin tinggi tingkat kerentanan suatu wilayah, semakin besar potensi dampak yang dapat terjadi apabila wilayah tersebut terdampak bencana. Dalam pengkajian risiko bencana, kerentanan menjadi salah satu komponen yang berinteraksi dengan bahaya (*hazard*) dan kapasitas (*capacity*) dalam menentukan tingkat risiko.

Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, menyebut bahwa kerentanan terdiri atas aspek sosial, ekonomi, fisik, dan lingkungan.

Masing-masing aspek menggambarkan kondisi yang dapat meningkatkan potensi kerugian apabila suatu wilayah terdampak bencana. Kerentanan sosial berkaitan dengan karakteristik kependudukan, kerentanan ekonomi berkaitan dengan kondisi ekonomi masyarakat dan sumber penghidupan, kerentanan fisik berkaitan dengan aset dan infrastruktur, sedangkan kerentanan lingkungan berkaitan dengan kondisi lingkungan yang dapat memengaruhi dampak bencana.

Analisis kerentanan dalam penelitian ini menggunakan tiga aspek, yaitu sosial, ekonomi, dan fisik. Aspek lingkungan tidak digunakan sebagai komponen kerentanan karena kondisi penggunaan lahan telah direpresentasikan dalam analisis bahaya banjir. Pembatasan tersebut dilakukan untuk menghindari penggunaan komponen yang sama secara berulang dalam pembentukan bahaya dan kerentanan. Parameter pada masing-masing aspek selanjutnya disesuaikan dengan karakteristik penelitian, ketersediaan data, serta didukung oleh Peraturan Kepala BNPB Nomor 2 Tahun 2012 dan penelitian terdahulu. Aspek dan parameter kerentanan yang digunakan disajikan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Aspek dan Parameter Analisis Kerentanan Banjir

Aspek	Parameter	Sumber
Sosial	Kepadatan Penduduk	Perka BNPB No. 2 Tahun 2012, A. E. Ramadhani & Sitohang (2025), Hapsoro & Buchori (2015)
	Penduduk Usia Rentan	Perka BNPB No. 2 Tahun 2012, Hapsoro & Buchori (2015)
	Penduduk Penyandang Disabilitas	Perka BNPB No. 2 Tahun 2012, Kharisma et al. (2025), A. E. Ramadhani & Sitohang (2025)
	Tingkat Pendidikan	Kharisma et al. (2025)
Ekonomi	Tingkat Kemiskinan	Perka BNPB No. 2 Tahun 2012, Hapsoro & Buchori (2015)
	Mata Pencaharian	Kharisma et al. (2025)
Fisik	Kepadatan Bangunan	Perka BNPB No. 2 Tahun 2012, Suvana et al. (2025)
	Infrastruktur Kritis	Perka BNPB No. 2 Tahun 2012, Balahanti et al. (2024)

Sumber: Penulis berdasarkan Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 dimodifikasi penulis, 2026.

Berdasarkan tabel di atas, analisis kerentanan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi kerentanan sosial, ekonomi, dan fisik. Masing-masing aspek terdiri atas beberapa parameter yang digunakan untuk merepresentasikan kondisi masyarakat, aktivitas ekonomi,

serta aset fisik yang berpotensi terdampak banjir. Adapun masing-masing aspek kerentanan dijelaskan sebagai berikut.

a. Kerentanan Sosial

Kerentanan sosial merupakan kondisi masyarakat yang memengaruhi tingkat keterpaparan serta kemampuan individu maupun kelompok dalam menghadapi dampak suatu bencana. Tingkat kerentanan sosial dipengaruhi oleh karakteristik demografi yang dapat menentukan besarnya potensi korban jiwa serta kemampuan masyarakat dalam melakukan evakuasi, penanggulangan, dan pemulihan pascabencana. Menurut Perka BNPB Nomor 2 Tahun 2012, aspek sosial merupakan salah satu komponen penting dalam analisis kerentanan karena berkaitan langsung dengan kondisi kependudukan pada suatu wilayah. Sehingga, semakin tinggi tingkat kerentanan sosial suatu wilayah, semakin besar pula potensi dampak sosial yang dapat ditimbulkan apabila terjadi bencana.

Kerentanan sosial dalam penelitian ini dianalisis berdasarkan empat parameter, yaitu kepadatan penduduk, penduduk usia rentan, penduduk penyandang disabilitas, dan penduduk berpendidikan rendah. Kepadatan penduduk digunakan untuk menggambarkan konsentrasi penduduk yang berpotensi terdampak banjir. Penduduk usia rentan yang terdiri atas kelompok anak-anak dan lanjut usia serta penduduk penyandang disabilitas digunakan untuk merepresentasikan kelompok masyarakat yang memiliki keterbatasan relatif lebih tinggi dalam menghadapi kondisi bencana. Sementara itu, penduduk berpendidikan rendah digunakan untuk menggambarkan kondisi sosial masyarakat yang berkaitan dengan kemampuan menerima, memahami, dan merespons informasi kebencanaan.

b. Kerentanan Ekonomi

Kerentanan ekonomi menggambarkan kondisi ekonomi masyarakat yang dapat memengaruhi kemampuan dalam menghadapi dan memulihkan dampak bencana. Masyarakat dengan keterbatasan sumber daya ekonomi cenderung memiliki kemampuan yang lebih rendah dalam memenuhi kebutuhan selama kondisi darurat maupun melakukan pemulihan terhadap kerugian yang dialami. Selain itu, karakteristik mata pencaharian dapat memengaruhi tingkat kerentanan apabila sumber penghasilan masyarakat mudah terganggu akibat kejadian banjir.

Kerentanan ekonomi dalam penelitian ini dianalisis berdasarkan dua parameter, yaitu penduduk miskin dan mata pencaharian rentan. Persentase penduduk miskin digunakan untuk menggambarkan keterbatasan kemampuan ekonomi masyarakat dalam memenuhi

kebutuhan dasar dan melakukan pemulihan pascabencana. Sementara itu, persentase penduduk dengan mata pencaharian rentan digunakan untuk merepresentasikan ketergantungan masyarakat terhadap jenis pekerjaan yang berpotensi mengalami gangguan atau kerugian akibat banjir.

c. Kerentanan Fisik

Kerentanan fisik menggambarkan kondisi aset dan infrastruktur yang berpotensi mengalami kerusakan atau gangguan fungsi apabila terdampak bencana. Tingginya konsentrasi bangunan maupun keberadaan fasilitas penting dapat meningkatkan potensi kerugian fisik pada suatu wilayah apabila terjadi banjir. Kerusakan terhadap infrastruktur penting juga dapat mengganggu pelayanan publik serta proses penanganan dan pemulihan pascabencana.

Kerentanan fisik dalam penelitian ini dianalisis berdasarkan dua parameter, yaitu kepadatan bangunan dan infrastruktur kritis. Kepadatan bangunan digunakan untuk menggambarkan konsentrasi bangunan yang berpotensi mengalami kerusakan, sedangkan infrastruktur kritis digunakan untuk merepresentasikan keberadaan fasilitas penting bagi masyarakat, seperti fasilitas kesehatan, pendidikan, pemerintahan, keamanan, transportasi, dan fasilitas pelayanan lainnya yang dapat mengalami gangguan fungsi apabila terdampak banjir.

2.2.5.3 Kapasitas (*Capacity*)

Kapasitas daerah merupakan kemampuan yang dimiliki oleh pemerintah daerah, masyarakat, maupun sistem kelembagaan dalam menghadapi, mengurangi, merespons, dan memulihkan dampak bencana. Dalam pengkajian risiko bencana, kapasitas berperan sebagai faktor yang dapat menurunkan tingkat risiko karena menunjukkan kemampuan wilayah dalam melaksanakan upaya pengurangan risiko, kesiapsiagaan, tanggap darurat, dan pemulihan pascabencana.

Berdasarkan Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, kapasitas wilayah berkaitan dengan kemampuan daerah dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana. Dalam penelitian ini, kapasitas dianalisis menggunakan dua komponen utama, yaitu Indeks Ketahanan Daerah (IKD) dan Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat (IKM). Kedua komponen tersebut digunakan untuk menggambarkan kapasitas pemerintah daerah dan masyarakat dalam menghadapi bencana.

1) Indeks Ketahanan Daerah (IKD)

Indeks Ketahanan Daerah (IKD) menggambarkan tingkat kemampuan pemerintah daerah dalam menyelenggarakan penanggulangan bencana. Penilaian ketahanan daerah biasanya dilakukan melalui evaluasi capaian instansi dan lembaga pemerintah Kabupaten/Kota, dengan fokus pada beberapa prioritas, antara lain:

- a. Penguatan kebijakan dan kelembagaan
- b. Pengkajian risiko dan perencanaan terpadu
- c. Pengembangan sistem informasi, pelatihan, dan logistik
- d. Penanganan kawasan rawan bencana secara tematik
- e. Peningkatan efektivitas pencegahan dan mitigasi bencana
- f. Penguatan kesiapsiagaan dan penanganan darurat bencana
- g. Pengembangan sistem pemulihan pascabencana

Metode pengumpulan data untuk penilaian ketahanan daerah dapat dilakukan melalui *Focus Group Discussion* (FGD) yang melibatkan pemangku kepentingan di tingkat daerah. Setiap pertanyaan dalam FGD perlu dilengkapi dengan bukti verifikasi untuk memastikan objektivitas jawaban. Hasil penilaian kemudian diolah menggunakan perangkat analisis seperti Microsoft Excel, menghasilkan indeks ketahanan daerah dengan rentang nilai 0-1.

Nilai IKD digunakan untuk menunjukkan tingkat ketahanan pemerintah daerah dalam menghadapi bencana. Nilai yang semakin tinggi menunjukkan kemampuan kelembagaan dan penyelenggaraan penanggulangan bencana yang semakin baik. Dalam penelitian ini, nilai IKD diperoleh dari Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Tegal Tahun 2025-2029 yang disusun oleh BPBD Kota Tegal dan digunakan sebagai salah satu komponen dalam pembentukan indeks kapasitas.

2) Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat (IKM)

Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat (IKM) menggambarkan tingkat kesiapan masyarakat dalam menghadapi potensi bencana. Penilaian kesiapsiagaan masyarakat dilakukan melalui survei dan wawancara mendalam dengan aparat pemerintah setempat atau tokoh masyarakat menggunakan teknik *purposive sampling*. Parameter ini mencakup 19 indikator yang terbagi dalam dua parameter spesifik dan tiga parameter generik (Pratama et al., 2025), yaitu:

a. Pengetahuan Kesiapsiagaan Bencana (PKB)

Mengukur tingkat pengetahuan masyarakat tentang jenis bahaya, sistem peringatan dini, prediksi kerugian, dan cara penyelamatan diri.

b. **Pengelolaan Tanggap Darurat (PTD)**

Menilai kesiapan masyarakat dalam tanggap darurat, termasuk fasilitas evakuasi, pengungsian, air, sanitasi, dan layanan kesehatan.

c. **Pengaruh Kerentanan Masyarakat (PKM)**

Menilai dampak faktor sosial-ekonomi seperti mata pencaharian, tingkat pendidikan, dan kondisi permukiman terhadap kemampuan menghadapi bencana.

d. **Ketidaktergantungan Masyarakat terhadap Dukungan Pemerintah (KMDP)**

Mengukur kemandirian masyarakat pascabencana dalam hal jaminan hidup, penggantian kerugian, penelitian dan pengembangan, serta penanganan darurat.

e. **Partisipasi Masyarakat (PM)**

Menilai keterlibatan masyarakat dalam kegiatan pengurangan risiko bencana dan pemanfaatan relawan setempat.

Hasil penilaian IKM ini menghasilkan indeks kesiapsiagaan masyarakat di tingkat Kelurahan/Kecamatan yang dapat dikombinasikan dengan indeks ketahanan daerah untuk memperoleh gambaran kapasitas wilayah secara komprehensif. Nilai IKM digunakan untuk menunjukkan kemampuan masyarakat dalam mempersiapkan diri, merespons, dan melakukan tindakan awal ketika terjadi bencana. Nilai yang semakin tinggi menunjukkan tingkat kesiapsiagaan masyarakat yang semakin baik. Dalam penelitian ini, nilai IKM diperoleh dari Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Tegal Tahun 2025-2029 dan digunakan bersama nilai IKD untuk membentuk indeks kapasitas pada tingkat wilayah.

2.2.6 Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)

Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) merupakan dokumen perencanaan tata ruang yang memuat tujuan, kebijakan, strategi penataan ruang wilayah, rencana struktur ruang, rencana pola ruang, penetapan kawasan strategis, arahan pemanfaatan ruang, serta ketentuan pengendalian pemanfaatan ruang wilayah. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, penyelenggaraan penataan ruang diarahkan untuk mewujudkan ruang wilayah yang aman, nyaman, produktif, dan berkelanjutan. RTRW menjadi salah satu acuan dalam pemanfaatan dan pengendalian ruang serta penyelenggaraan pembangunan pada suatu wilayah.

Penyusunan RTRW didasarkan pada pendekatan kewilayahan yang mempertimbangkan kondisi fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan secara terpadu. Setiap kebijakan pemanfaatan ruang yang ditetapkan dalam RTRW harus selaras dengan daya

dukung dan daya tampung lingkungan hidup, termasuk mempertimbangkan kondisi kerawanan bencana di wilayah yang bersangkutan. Hal ini sesuai dengan amanat Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 yang menyatakan bahwa perencanaan tata ruang harus memperhatikan kondisi fisik wilayah dan potensi kerawanan bencana sebagai salah satu pertimbangan utama dalam penetapan peruntukan ruang.

RTRW memiliki jangka waktu perencanaan selama 20 tahun dan wajib ditinjau kembali setiap 5 tahun sekali untuk memastikan relevansinya terhadap perkembangan wilayah yang dinamis. Secara hierarkis, RTRW terdiri atas RTRW Nasional, RTRW Provinsi, dan RTRW Kabupaten/Kota. RTRW Kabupaten/Kota merupakan produk perencanaan tata ruang yang paling operasional karena mengatur peruntukan ruang secara lebih rinci pada skala lokal dan menjadi pedoman langsung bagi pembangunan di tingkat kabupaten atau kota.

Muatan substansial dalam RTRW Kabupaten/Kota mencakup beberapa komponen utama yang saling berkaitan, yaitu sebagai berikut.

a. Tujuan, Kebijakan, dan Strategi Penataan Ruang

Tujuan penataan ruang merupakan arahan perwujudan visi dan misi pembangunan wilayah jangka panjang yang ingin dicapai melalui penataan ruang. Kebijakan dan strategi merupakan langkah-langkah operasional yang disusun untuk mencapai tujuan tersebut, yang meliputi kebijakan pengembangan struktur ruang, pola ruang, dan kawasan strategis.

b. Rencana Struktur Ruang

Rencana struktur ruang merupakan susunan pusat-pusat permukiman dan sistem jaringan prasarana serta sarana yang berfungsi sebagai pendukung kegiatan sosial ekonomi masyarakat secara hierarkis dan fungsional. Rencana struktur ruang mencakup sistem pusat pelayanan kegiatan, sistem jaringan transportasi, sistem jaringan energi, sistem jaringan telekomunikasi, sistem jaringan sumber daya air, dan sistem infrastruktur perkotaan lainnya.

c. Rencana Pola Ruang

Rencana pola ruang merupakan distribusi peruntukan ruang dalam suatu wilayah yang meliputi peruntukan ruang untuk fungsi lindung dan peruntukan ruang untuk fungsi budidaya. Kawasan lindung ditetapkan untuk menjaga kelestarian fungsi lingkungan dan mencegah terjadinya bencana, sedangkan kawasan budidaya ditetapkan untuk memenuhi kebutuhan pengembangan berbagai kegiatan sosial, ekonomi, dan pembangunan sesuai dengan daya dukung lingkungan. Penetapan rencana pola ruang berimplikasi langsung

terhadap jenis dan intensitas pemanfaatan lahan yang diperbolehkan di suatu kawasan, sehingga turut memengaruhi karakteristik hidrologi wilayah, khususnya besarnya limpasan permukaan yang dihasilkan.

d. Penetapan Kawasan Strategis

Kawasan strategis merupakan wilayah yang penataan ruangnya diprioritaskan karena mempunyai pengaruh sangat penting terhadap kedaulatan negara, pertahanan keamanan, pertumbuhan ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan, termasuk wilayah yang ditetapkan sebagai kawasan rawan bencana yang memerlukan penanganan khusus.

e. Arahan Pemanfaatan Ruang

Arahan pemanfaatan ruang merupakan perwujudan rencana tata ruang yang dijabarkan ke dalam indikasi program utama jangka menengah lima tahunan. Komponen ini memuat prioritas pembangunan, sumber pendanaan, instansi pelaksana, dan waktu pelaksanaan program untuk mewujudkan struktur dan pola ruang sesuai rencana.

f. Ketentuan Pengendalian Pemanfaatan Ruang

Pengendalian pemanfaatan ruang dilakukan melalui penetapan ketentuan umum peraturan zonasi, ketentuan perizinan, ketentuan insentif dan disinsentif, serta arahan sanksi. Pengendalian ini bertujuan untuk memastikan bahwa pemanfaatan ruang yang berkembang sesuai dengan arahan rencana tata ruang yang telah ditetapkan sehingga dapat meminimalkan konflik pemanfaatan ruang dan dampak negatif terhadap lingkungan.

Keterkaitan antara rencana pola ruang dan banjir dalam penelitian ini dilihat melalui perubahan karakteristik penggunaan lahan yang berpengaruh terhadap pembentukan limpasan permukaan. Oleh karena itu, hasil analisis implikasi rencana pola ruang terhadap bahaya dan risiko banjir dapat digunakan sebagai salah satu bahan pertimbangan dalam evaluasi dan pengendalian pemanfaatan ruang berbasis risiko bencana.

2.2.7 Sintesis Teori Penelitian

Berdasarkan kajian teori yang telah diuraikan, dilakukan sintesis teori untuk menunjukkan keterkaitan antara landasan teoritis, variabel, serta penerapannya pada setiap sasaran penelitian. Sintesis teori tersebut menjadi dasar dalam menentukan variabel dan metode analisis yang digunakan dalam penelitian. Adapun sintesis teori berdasarkan sasaran penelitian disajikan pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Rekapian Teori Berdasarkan Sasaran Penelitian

No.	Sasaran	Pokok Teori	Variabel/Parameter	Sumber
1	Identifikasi penggunaan lahan eksisting 2025 dan rencana pola ruang Kota Tegal	Penggunaan lahan menunjukkan pemanfaatan ruang aktual, sedangkan rencana pola ruang menunjukkan arahan pemanfaatan ruang. Keduanya dibandingkan untuk mengetahui perubahan pemanfaatan lahan yang dapat memengaruhi limpasan.	Jenis penggunaan lahan; rencana pola ruang; luas dan distribusi penggunaan lahan.	Rasyid (2026)
2	Analisis debit limpasan kondisi eksisting dan rencana pola ruang	Debit limpasan dipengaruhi oleh koefisien limpasan, intensitas hujan, dan luas wilayah. Perubahan penggunaan lahan menyebabkan perubahan koefisien limpasan dan debit limpasan.	Koefisien limpasan (C); intensitas hujan (I); luas daerah tangkapan (A); debit limpasan (Qr).	Suripin (2004)
3	Analisis kapasitas dan kinerja sistem drainase primer	Kapasitas drainase menunjukkan kemampuan saluran mengalirkan debit. Kinerja drainase dinilai dengan membandingkan debit limpasan (Qr) dan kapasitas saluran (Qs), yaitu mampu jika $Q_r < Q_s$ dan tidak mampu jika $Q_r > Q_s$.	Luas penampang saluran; kecepatan aliran; kapasitas saluran (Qs); debit limpasan (Qr); kinerja drainase.	Suripin (2004), Saragi et al. (2023), dan Ali Yusuf et al. (2026)
4	Analisis tingkat bahaya banjir	Bahaya banjir dipengaruhi oleh berbagai faktor fisik, hidrologis, dan karakteristik penggunaan lahan yang memengaruhi potensi terjadinya banjir. Parameter bahaya dalam penelitian disusun berdasarkan sintesis literatur dan disesuaikan dengan karakteristik wilayah serta tujuan penelitian.	Kemiringan lereng; elevasi; curah hujan; penggunaan lahan; jenis tanah; drainase.	BNPB (2012), Jayawardane et al. (2026), Aliyu et al. (2025), dan Diriba et al. (2024)
5	Analisis tingkat risiko banjir	Risiko banjir ditentukan oleh interaksi antara bahaya, kerentanan, dan kapasitas. Kerentanan mencakup aspek sosial, ekonomi, dan fisik.	Bahaya banjir; kerentanan sosial; kerentanan ekonomi; kerentanan fisik; kapasitas.	BNPB (2012)
6	Analisis implikasi rencana pola ruang terhadap bahaya dan risiko banjir	Implikasi diketahui dengan membandingkan kondisi bahaya dan risiko eksisting dengan kondisi rencana pola ruang, kemudian diklasifikasikan menjadi meningkat, tetap, atau menurun.	Perubahan bahaya; perubahan risiko; rencana pola ruang; luas dan distribusi perubahan.	Haris et al. (2022), dan Fitriansyah et al. (2024)

Sumber : Hasil sintesis penulis, 2026.

2.3 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai referensi untuk memahami pendekatan, metode, parameter, serta hasil penelitian yang berkaitan dengan bahaya dan risiko banjir serta keterkaitannya dengan penataan ruang. Kajian terhadap penelitian sebelumnya juga digunakan untuk mengidentifikasi persamaan, perbedaan, dan kesenjangan penelitian sehingga dapat memperjelas posisi penelitian yang dilakukan. Beberapa penelitian terdahulu

yang relevan dengan penelitian mengenai implikasi rencana pola ruang terhadap bahaya dan risiko banjir disajikan pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Metode Analisis	Hasil
1	Agustri & Asbi (2020)	Tingkat Risiko Bencana Banjir di Kota Bandar Lampung dan Upaya Pengurangannya Berbasis Penataan Ruang	Menggunakan pendekatan campuran (mixed method) melalui analisis skoring, deskriptif, dan spasial untuk menilai komponen bahaya, kerentanan, dan kapasitas berdasarkan pedoman BNPB.	Hasil penelitian menunjukkan tingkat risiko banjir di Kota Bandar Lampung terdiri atas risiko rendah sebesar 62,37%, risiko sedang sebesar 17,05%, dan risiko tinggi sebesar 20,58%. Upaya pengurangan risiko diarahkan melalui penataan ruang dan pengelolaan kawasan permukiman berisiko tinggi.
2	Haris et al. (2022)	Kesesuaian Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) berbasis bahaya banjir menggunakan analisis hierarki proses di Kabupaten Kuningan	Menggunakan Analytic Hierarchy Process (AHP) melalui pairwise comparison untuk menentukan bobot faktor bahaya banjir, interpretasi citra Sentinel tahun 2018 untuk memperoleh penggunaan lahan, serta analisis spasial <i>overlay</i> untuk memetakan bahaya banjir dan mengevaluasi kesesuaian RTRW.	Hasil penelitian menunjukkan tiga kelas bahaya banjir, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Evaluasi RTRW menunjukkan bahwa sejumlah kawasan budidaya, terutama permukiman perdesaan dan pertanian lahan basah, berada pada wilayah dengan tingkat bahaya sedang hingga tinggi sehingga diperlukan pertimbangan dalam arahan pemanfaatan ruang.
3	Zefri & Joseptian (2018)	Analisis Pemanfaatan Ruang di Dalam Kawasan Risiko Bencana Banjir Kecamatan Jatiasih Kota Bekasi	Bencana Banjir Kecamatan Jatiasih Kota Bekasi Menggunakan analisis risiko bencana dan teknik <i>overlay</i> peta berbasis Sistem Informasi Geografis untuk mengidentifikasi tingkat risiko banjir serta mengevaluasi pemanfaatan ruang pada kawasan berisiko.	Hasil penelitian menunjukkan adanya wilayah dengan tingkat risiko rendah, sedang, dan tinggi. Kawasan dengan risiko tinggi terutama terdapat di Kelurahan Jatiasih, Jatimekar, Jatikramat, dan Jatirasa. Upaya pengurangan risiko direkomendasikan melalui pengendalian pemanfaatan ruang serta tindakan struktural dan nonstruktural.

No.	Peneliti	Judul	Metode Analisis	Hasil
4	Arieffullah et al. (2022)	Analisis Debit Limpasan Permukaan dan Pemetaan Tingkat Kerawanan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografis di Kecamatan Landasan Ulin Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan	Menggunakan Metode Rasional untuk menghitung debit limpasan permukaan serta analisis SIG melalui <i>overlay</i> parameter tutupan lahan, kemiringan lereng, jenis tanah, dan curah hujan untuk memetakan tingkat kerawanan banjir. Debit limpasan dihitung berdasarkan koefisien limpasan, intensitas hujan, dan luas daerah tangkapan.	Hasil penelitian menunjukkan debit limpasan permukaan sebesar 229.568,57 m ³ /hari. Tingkat kerawanan banjir diklasifikasikan menjadi empat kelas, yaitu aman, tidak rawan, rawan, dan sangat rawan, dengan perbedaan luas pada masing-masing kelas.
5	(Fitriansyah et al., 2024)	Evaluasi Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Pangkalpinang Tahun 2011-2030 Berdasarkan Sebaran Kerawanan Banjir	Menggunakan parameter kemiringan lereng, curah hujan, topografi, jenis tanah, dan penggunaan lahan dengan metode skoring dan pembobotan untuk menentukan tingkat kerawanan banjir. Peta kerawanan kemudian di- <i>overlay</i> dengan RTRW Kota Pangkalpinang Tahun 2011-2030 untuk mengevaluasi keterkaitan pola ruang dengan kerawanan banjir.	Hasil penelitian menunjukkan tingkat kerawanan banjir terdiri atas kelas rendah, sedang, dan tinggi. Kawasan lindung didominasi kelas kerawanan tinggi, sedangkan kawasan budidaya didominasi kelas kerawanan sedang. Hasil evaluasi menunjukkan perlunya pertimbangan mitigasi banjir dalam arahan pemanfaatan ruang.

Sumber: Penulis, 2026