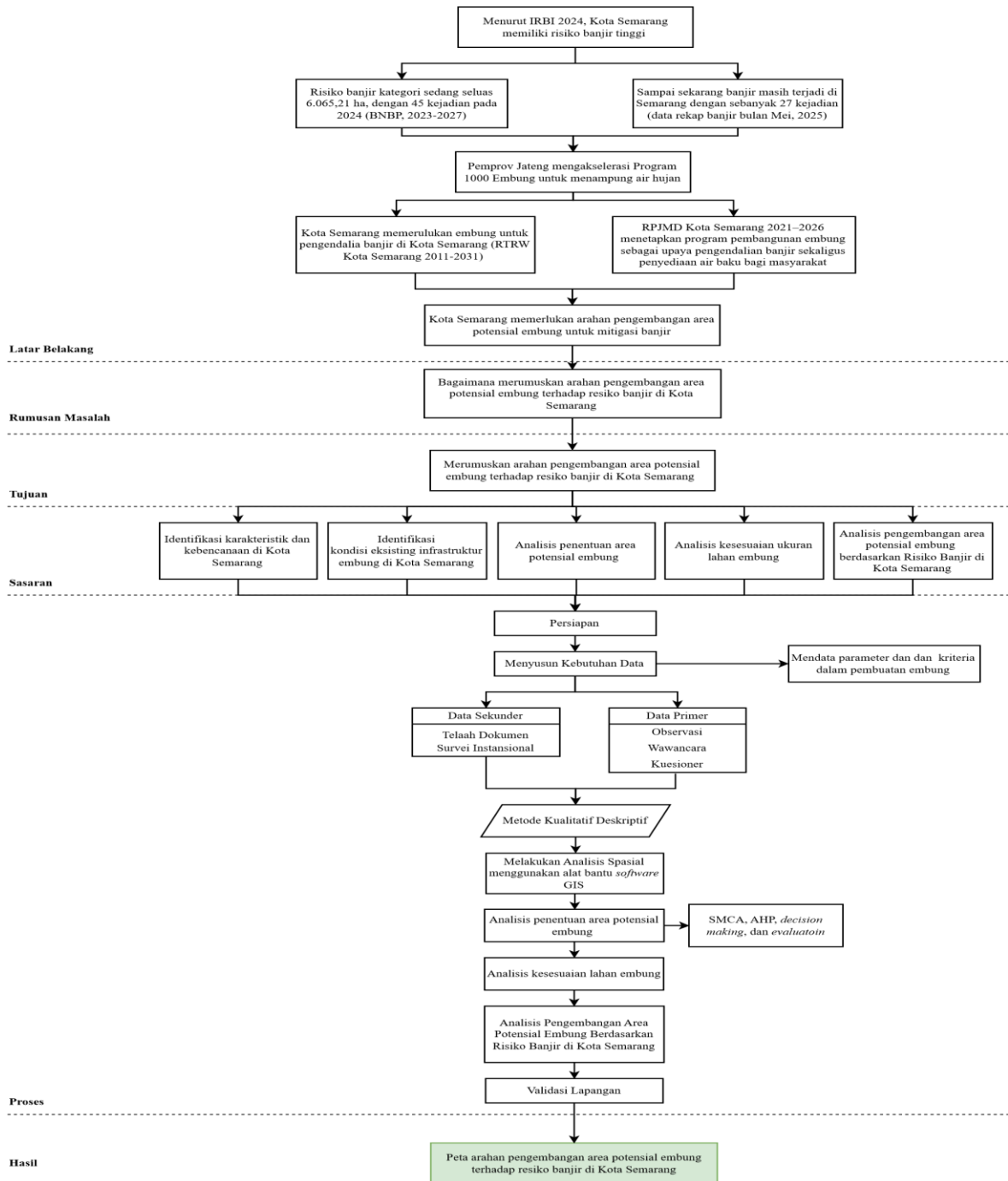


BAB II KONSEP PERENCANAAN

2.1 Kerangka Pikir

Berikut merupakan gambaran tema yang diangkat dalam penelitian ini, yang dijelaskan lebih rinci melalui bagan konsep perencanaan pada **Gambar 2.1**.



Sumber: Hasil Analisis, 2025

Gambar 2.1 Bagan Konsep Arahan Pengembangan Area Potensial Embung Berdasarkan Risiko Banjir Di Kota Semarang

Bagan konsep ini menggambarkan hubungan logis antara latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, hingga metode dan hasil yang diharapkan dalam kajian mengenai *arah pengembangan area potensial embung berdasarkan risiko banjir di Kota Semarang*. Sebagai upaya mengantisipasi bencana hidrometeorologi, Pemerintah Provinsi Jawa Tengah melalui Program Pembangunan 1000 Embung berinisiatif menampung air hujan sebagai cadangan guna pengendalian banjir. Di tingkat daerah, Pemerintah Kota Semarang melalui Peraturan Daerah Nomor 5 Tahun 2021 tentang Perubahan RTRW dan Peraturan Daerah Nomor 6 Tahun 2021 tentang RPJMD 2021–2026 menetapkan pembangunan embung sebagai program prioritas dalam pengendalian banjir dan penyediaan air baku masyarakat. Kebijakan tersebut dilatarbelakangi oleh kondisi Kota Semarang yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana banjir. Berdasarkan *Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI) 2022*, Kota Semarang termasuk dalam kategori risiko tinggi dengan skor 17,35, sementara dalam *Kajian Risiko Bencana 2023–2027*, wilayah ini tergolong memiliki risiko sedang untuk bencana banjir. Pada tahun 2024 tercatat 45 kejadian banjir.

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana merumuskan arahan pengembangan area potensial embung sebagai upaya pengendalian banjir di Kota Semarang. Tujuannya adalah untuk merumuskan arahan pengembangan area potensial embung yang optimal dan berkelanjutan dalam mendukung mitigasi bencana tersebut. Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini meliputi empat fokus utama, yaitu: (1) Identifikasi karakteristik dan kebencanaan di Kota Semarang, (2) Identifikasi letak eksisting embung di Kota Semarang, (3) Analisis penentuan area potensial embung, (4) Analisis kesesuaian ukuran lahan embung, (5) Analisis pengembangan area potensial embung berdasarkan Risiko Banjir di Kota Semarang.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan tahapan yang meliputi persiapan, penyusunan kebutuhan data, analisis spasial menggunakan perangkat lunak GIS, analisis area potensial embung, analisis prioritas berdasarkan tingkat risiko, serta validasi lapangan untuk memastikan keakuratan hasil. Hasil akhir yang diharapkan dari penelitian ini adalah merumuskan arahan pengembangan area potensial embung berdasarkan resiko banjir di Kota Semarang. Arahan pengembangan area potensial embung menjadi solusi strategis dan berkelanjutan dalam mendukung pengelolaan sumber daya air di Kota Semarang. Adapun kajian teori yang perlu diketahui sebagai dasar pengetahuan penelitian ini yaitu sebagai berikut ini.

2.2 Kajian Teori

Kajian teori berisi serangkaian definisi, konsep, dan juga perspektif dari tema penelitian yang diangkat penulis. Kajian teori dapat dijabarkan pada berikut ini.

2.2.1 Bencana Banjir

Banjir merupakan kejadian dimana area daratan yang seharusnya kering menjadi terendam akibat peningkatan volume air pada suatu badan air (Juliana, 2022). Banjir merupakan salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di wilayah Indonesia. Kondisi ini umumnya dipicu oleh curah hujan yang melebihi batas normal serta fenomena pasang air laut yang menjadi penyebab utama terjadinya genangan. Selain faktor alami tersebut, aktivitas manusia juga berkontribusi signifikan terhadap peningkatan risiko banjir. Penggunaan lahan yang tidak sesuai peruntukan, pembuangan sampah sembarangan ke dalam sungai, serta pembangunan permukiman di daerah dataran rendah menjadi pemicu yang memperburuk dampak banjir di berbagai wilayah. Secara umum, banjir dapat diklasifikasikan ke dalam tiga jenis, yaitu:

1. Banjir, yaitu peristiwa tergenangnya suatu area dalam waktu tertentu.
2. Banjir bandang, yaitu aliran air yang deras dan tiba-tiba dengan volume besar.
3. Banjir rob, yaitu banjir yang disebabkan oleh kenaikan permukaan air laut yang menggenangi daratan.

Banyak faktor penyebab banjir yang dapat terjadi, beberapa faktor yang memicu terjadinya banjir antara lain:

- Wilayah yang memiliki elevasi lebih rendah dibandingkan dengan permukaan air laut, sehingga mudah tergenang.
- Lokasi yang berada dalam cekungan dan dikelilingi oleh perbukitan dengan aliran air yang terbatas keluar.
- Curah hujan yang tinggi dan berlangsung lama.
- Banyaknya pembangunan permukiman di daerah dataran rendah dan sepanjang bantaran sungai yang mempersempit aliran air.
- Aliran sungai yang tidak lancar akibat penumpukan sampah yang menghambat jalannya air.
- Minimnya vegetasi dan tutupan lahan di bagian hulu sungai, yang seharusnya berfungsi menahan air hujan agar tidak langsung mengalir ke daerah hilir.

2.2.2 Risiko Bencana

Menurut Peraturan Kepala BNPB Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, pengkajian risiko bencana merupakan suatu pendekatan yang

digunakan untuk mengidentifikasi serta menilai potensi dampak negatif yang dapat timbul akibat suatu ancaman bencana. Dampak negatif tersebut muncul sebagai hasil interaksi antara tingkat kerentanan dan kapasitas suatu wilayah dalam menghadapi ancaman. Potensi dampak dapat dilihat dari jumlah penduduk yang terdampak, besarnya kerugian harta benda, serta tingkat kerusakan lingkungan yang ditimbulkan. Kajian risiko bencana dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut.

Risiko Bencana \approx Ancaman \times (Kerentanan / Kapasitas). Perlu dipahami bahwa

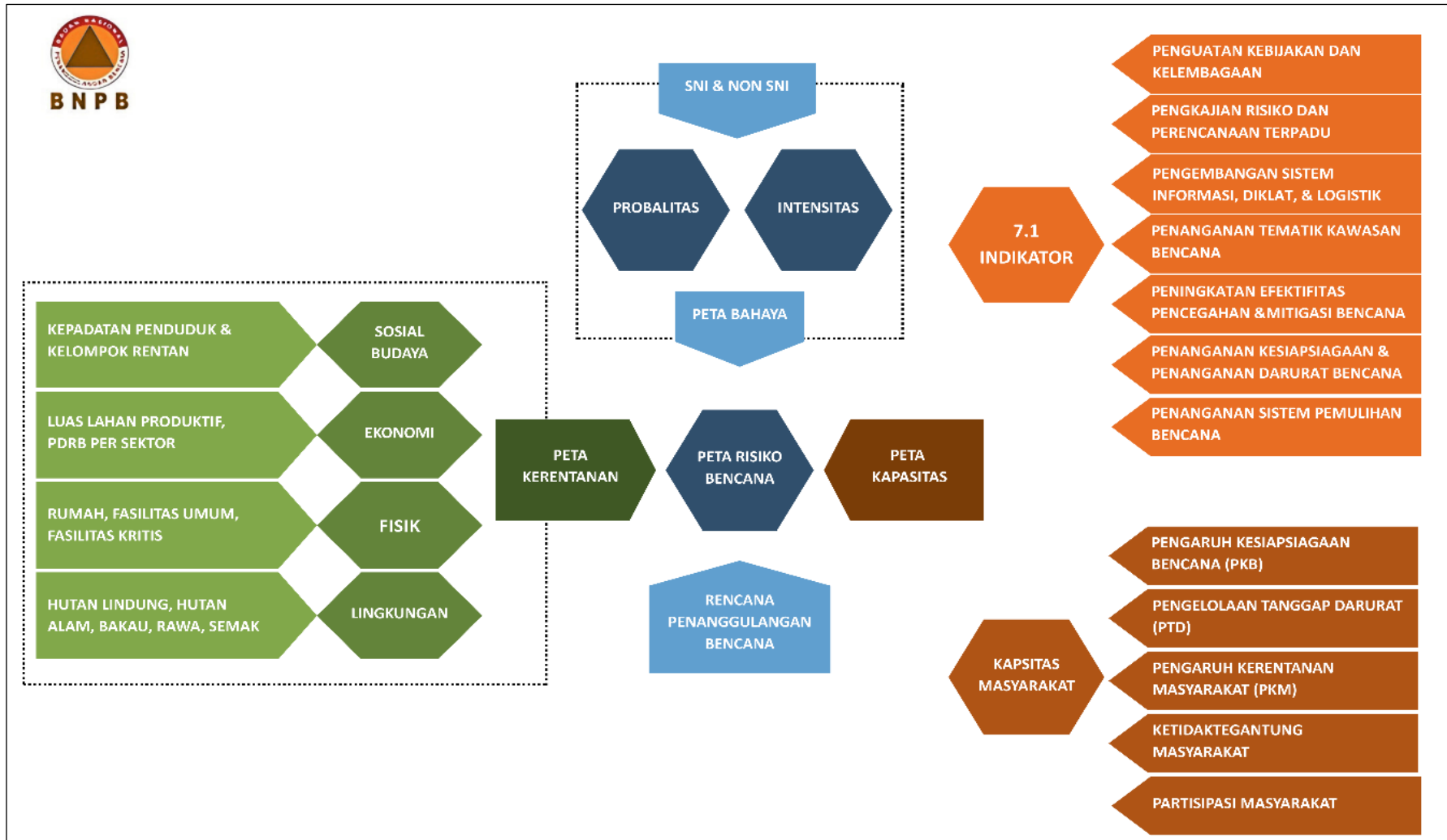
Pendekatan tersebut tidak dimaksudkan sebagai rumus matematis yang bersifat pasti. Pendekatan ini digunakan untuk menggambarkan hubungan antara tingkat ancaman, kerentanan, dan kapasitas dalam membentuk tingkat risiko bencana pada suatu wilayah. Berdasarkan pendekatan tersebut, tingkat risiko bencana dipengaruhi oleh tiga komponen utama, yaitu sebagai berikut.

1. Tingkat ancaman di suatu kawasan;
2. Tingkat kerentanan kawasan yang berpotensi terdampak;
3. Tingkat kapasitas kawasan dalam menghadapi ancaman tersebut.

Secara umum, pengkajian risiko bencana bertujuan untuk menentukan besaran ketiga komponen tersebut, baik dalam bentuk analisis spasial maupun nonspasial. Hasil pengkajian ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam perencanaan dan penyelenggaraan upaya penanggulangan bencana di suatu wilayah. Upaya tersebut diarahkan untuk menurunkan tingkat risiko bencana secara keseluruhan. Adapun upaya pengurangan risiko bencana dapat dilakukan yaitu sebagai berikut.

1. Pengurangan tingkat ancaman di kawasan;
2. Penurunan tingkat kerentanan kawasan yang terdampak;
3. Peningkatan kapasitas kawasan dalam menghadapi ancaman bencana.

Pada tingkat pemerintahan, hasil kajian risiko bencana dimanfaatkan sebagai landasan dalam perumusan kebijakan penanggulangan bencana. Kebijakan tersebut selanjutnya menjadi dasar penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana, yang berfungsi sebagai instrumen untuk mengintegrasikan aspek kebencanaan ke dalam perencanaan pembangunan secara menyeluruh. Pada tingkat mitra pemerintah, hasil kajian risiko bencana digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan kegiatan pendampingan maupun intervensi teknis kepada masyarakat yang terdampak atau berisiko. Penjelasan mengenai kajian risiko bencana secara ringkas dan terintegrasi dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



Sumber: Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana

Gambar 2.2 Kajian Risiko Bencana Secara Ringkas dan Terintegrasi

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) berperan sebagai lembaga resmi yang menangani urusan kebencanaan di tingkat nasional. BNPB telah mengembangkan metodologi dalam meninjau risiko bencana. Metodologi ini disesuaikan dengan kebutuhan pihak-pihak terkait, salah satunya dengan memanfaatkan data dasar mengenai risiko bencana yang pernah terjadi. Oleh karena itu, metodologi yang digunakan juga diselaraskan dengan Peraturan Kepala BNPB Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, serta hasil kajian risiko bencana tahun 2017 dan berbagai sumber lain di tingkat nasional. Proses peninjauan risiko bencana dilakukan melalui beberapa tahap, mulai dari pengumpulan data hingga penyusunan hasil kajian risiko bencana.

Data yang terkumpul kemudian diolah sehingga menghasilkan *indeks* peninjauan risiko bencana. *Indeks* ini menjadi pedoman dalam penyusunan pemodelan kebencanaan secara spasial, misalnya dalam bentuk peta kerentanan, peta bahaya, peta kapasitas, dan peta risiko bencana. Peta-peta tersebut dapat dibuat rangkuman yang memuat rekapitulasi hasil kajian risiko bencana di suatu daerah.

2.2.3 Pengendalian Banjir

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi Strategi pengendalian banjir harus dipandang sebagai suatu isu yang kompleks dan multidimensional, karena mencakup aspek teknis, sosial, ekonomi, budaya, hingga politik. Pendekatan yang dilakukan tidak dapat hanya mengandalkan pembangunan infrastruktur semata, tetapi juga harus melibatkan penguatan kelembagaan, pengaturan tata ruang, serta partisipasi aktif masyarakat. Kegiatan pengendalian banjir mencakup serangkaian aktivitas utama, seperti:

- Mengidentifikasi volume aliran banjir.
- Memisahkan area yang tergenang banjir.
- Menurunkan ketinggian air banjir.

Kegiatan pengendalian banjir, jika dilihat berdasarkan lokasi atau daerahnya, dapat dibagi menjadi dua kelompok utama:

- Bagian hulu: Ini melibatkan pembangunan dam pengendali banjir yang berfungsi memperlambat waktu kedatangan banjir serta mengurangi volume debitnya, pembuatan waduk dan embung yang mampu mengubah pola hidrograf banjir, dan upaya penghijauan di Daerah Aliran Sungai.

- Bagian hilir: Ini mencakup perbaikan alur sungai dan tanggul, pembuatan sudetan pada alur yang kritis, konstruksi alur pengendali banjir atau flood way, serta pemanfaatan daerah genangan sebagai retarding basin, dan langkah-langkah serupa lainnya.

Secara garis besar, strategi pengendalian banjir terbagi menjadi dua pendekatan utama, yaitu:

1. Metode struktur (pendekatan teknis),

Metode struktur yaitu upaya fisik melalui pembangunan infrastruktur untuk menahan, mengurangi, atau mengalirkan debit banjir.

2. Metode non-struktur (pendekatan non-teknis),

Metode non-struktur yaitu langkah-langkah manajerial, regulatif, dan edukatif untuk mencegah serta mengurangi dampak banjir.

Kedua pendekatan ini harus dijalankan secara terintegrasi dan komplementer agar dapat menciptakan sistem pengendalian banjir yang efektif dan berkelanjutan.

a. Metode Struktur (pendekatan teknis)

Metode struktur lebih menitikberatkan pada rekayasa teknis melalui pembangunan fisik. Tujuan utamanya adalah mengendalikan aliran air, mengurangi debit banjir, serta melindungi kawasan permukiman maupun infrastruktur vital. Beberapa jenis metode struktur antara lain:

a) Bangunan Pengendali Banjir

• Embung

Menurut Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/ Kepala Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2019 Tentang Pendaftaran Tanah Situ, Danau, Embung, dan Waduk, embung merupakan kolam yang dirancang untuk menampung kelebihan air hujan selama musim penghujan, dimanfaatkan sebagai pengendalian banjir, dan berfungsi dalam berbagai keperluan lainnya saat musim kemarau tiba. Di samping berperan dalam mengendalikan banjir, embung juga berfungsi sebagai penyedia air baku yang sangat berguna bagi kehidupan sehari-hari.

• Bendungan / Waduk

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2010 Tentang Bendungan. Bendungan adalah bangunan yang terdiri dari urugan tanah, urugan batu, beton, dan pasangan batu. Selain berfungsi untuk menahan dan menampung air, bendungan juga dapat dibangun untuk menahan serta menampung limbah tambang seperti tailing, atau menampung lumpur, yang pada akhirnya membentuk waduk. Fungsi bendungan antara lain

sebagai sarana untuk menampung air sungai serta mengatur dan mengelola air yang tersimpan di dalam waduk. Bendungan juga berperan dalam pengelolaan sumber daya air, penyediaan air baku yang dapat diolah menjadi air bersih dan air minum, serta penyediaan air untuk irigasi. Selain itu, bendungan berfungsi dalam pengendalian banjir dan sebagai sumber energi melalui Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA).

Menurut Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/ Kepala Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2019 Tentang Pendaftaran Tanah Situ, Danau, Embung, dan Waduk, waduk merupakan wadah air yang terbentuk akibat pembangunan bendungan di sungai, yang pada dasarnya berupa pelebaran alur atau badan sungai tersebut. Secara ukuran, daya tampung waduk minimal adalah 500.000 m kubik.

- **Kolam Retensi/Penampungan**

Kolam retensi adalah infrastruktur buatan untuk menampung sementara air hujan atau limpasan permukaan. Kolam retensi adalah kolam buatan yang berfungsi menampung sementara air limpasan hujan, terutama di kawasan perkotaan yang memiliki tingkat kedap air tinggi. Tingkat pengurangan banjir bergantung pada karakteristik hidrograf banjir, volume kolam penampungan, serta dinamika bangunan *outlet*. Area yang digunakan untuk kolam penampungan biasanya terletak di dataran rendah atau rawa-rawa.

- *Retention basin* → menyimpan air hingga habis melalui infiltrasi ke tanah atau penguapan.
- *Detention basin* → menahan air saat hujan deras dan melepaskannya perlahan setelah curah hujan menurun.
- *Retarding basin* → menunda aliran air masuk ke sungai, biasanya dibangun di bagian hilir.

- **Check Dam**

Check dam adalah bangunan kecil, baik yang bersifat sementara maupun permanen, yang dibangun melintang saluran atau sungai. Tujuannya adalah untuk mengurangi kemiringan dasar memanjang sungai, sehingga dapat menurunkan kecepatan aliran air, mencegah erosi, dan memungkinkan sedimen terperangkap di bagian hulu bangunan. Dengan cara ini, bangunan ini membantu menstabilkan saluran atau sungai.

- **Bangunan Pengurang Kemiringan Sungai**

Drop structure atau *groundsill* dibangun untuk pengurangan kecepatan aliran air, dan khususnya untuk *groundsill*, dapat mencegah terjadinya *scouring* di bagian hilir bendung atau pilar jembatan.

- **Polder**

Polder umumnya diterapkan di kawasan rendah yang sering tergenang. Sistem ini memanfaatkan tanggul yang mengelilingi area rawan banjir. Polder berfungsi sebagai wadah sementara untuk menampung aliran banjir ketika sungai atau saluran tidak dapat mengalir ke hilir secara gravitasi. Hal ini terjadi karena adanya banjir di sungai tersebut dan pasang laut di daerah pesisir. Apabila polder sudah penuh, maka pompa digunakan untuk mengeluarkan air dari dalamnya, sehingga daerah yang dilindungi tetap terhindar dari banjir.

- a) **Sistem Perbaikan dan Pengaturan Sungai**

- ***River Improvement***

River improvement merupakan usaha memperbesar kapasitas aliran sungai dengan pengerukan, normalisasi penampang, hingga pembangunan tanggul. Tujuannya adalah menampung debit banjir dan mengalirkannya ke hilir atau laut, sehingga mencegah terjadinya limpasan.

- **Tanggul**

Tanggul adalah sebuah penghalang yang dirancang untuk menahan air banjir di dalam palung sungai, dengan tujuan melindungi daerah sekitarnya. Selain itu, tanggul berfungsi untuk membatasi banjir agar tetap berada di dalam sungai, sehingga tidak meluap ke sisi kanan dan kiri yang merupakan area peruntukan.

- **Sudetan (*Bypass/Shortcut*)**

Sudetan atau *bypass* merupakan saluran yang dibangun untuk mengalihkan sebagian atau seluruh aliran banjir guna mengurangi debit di wilayah yang dilindungi. Penerapannya dilakukan dengan memperbaiki atau meluruskan alur sungai, terutama pada sungai yang berkelok dan kritis, agar aliran menuju hilir atau laut lebih cepat. Hal ini terjadi karena jarak aliran menjadi lebih pendek, kemiringan bertambah, kapasitas meningkat, dan hidrograf banjir berubah. Meski demikian, sudetan memiliki potensi dampak negatif, perubahan hidrograf dapat meningkatkan debit dan mempercepat waktu tiba banjir. Akibatnya, muka air di hulu menurun, tetapi risiko banjir di hilir dapat meningkat. Oleh sebab itu, pembangunan sudetan perlu disertai perbaikan alur sungai di bagian hulu dan hilir agar dampaknya tetap terkendali.

- ***Floodway***

Pembuatan *floodway* bertujuan untuk mengurangi debit banjir di alur sungai lama dengan cara mengalirkan sebagian debit banjir melalui *floodway* tersebut. Langkah ini dapat dilakukan jika kondisi setempat sangat mendukung. Namun, jika kondisi lapangan tidak

menguntungkan—misalnya, tidak ada sungai yang cocok sebagai jalur *floodway*—maka pembuatan *floodway* kurang layak untuk dilaksanakan.

Floodway berperan dalam mengalirkan sebagian debit banjir saat terjadi banjir, sehingga debit di alur sungai lama berkurang dan risiko banjir pun turun. Biasanya, alur lama melintasi kota sehingga rentan terhadap banjir, sementara lahan di kawasan pemukiman sangat mahal dan sulit untuk dibebaskan, sehingga perbaikan alur sungai menjadi sulit dilakukan. *Floodway* berguna dalam mengatasi banjir, selain aspek rekayasa atau *engineering*, aspek non-teknis juga harus diperhatikan. Sebagian banjir dialirkan melalui *floodway* sebelum memasuki daerah yang dilindungi atau daerah kota, dan langsung diarahkan ke laut. Perubahan aliran banjir ini tidak boleh menimbulkan masalah sosial dan ekonomi di masa depan, khususnya bagi masyarakat yang dilalui oleh *floodway* tersebut. Sistem drainase khusus jaringan saluran air, baik berbasis gravitasi maupun pompa, untuk mengalirkan air dari daerah rawan banjir menuju badan air penerima.

b. Metode Non-Struktur (Pendekatan Non-Teknis)

Berbeda dengan metode struktur, pendekatan non-struktur tidak bertumpu pada bangunan fisik, melainkan lebih mengedepankan aspek manajemen, kebijakan, regulasi, serta pemberdayaan masyarakat. Strategi ini sering dipandang lebih berkelanjutan karena berorientasi pada pencegahan. Beberapa metode non-struktur antara lain:

- **Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS)**

Meliputi konservasi tanah dan air melalui pemeliharaan vegetasi hulu, penghijauan kembali, serta pengendalian sedimen.

- **Pengaturan Tata Guna Lahan**

Mencegah alih fungsi lahan secara tidak terkendali, khususnya lahan resapan yang berubah menjadi kawasan terbangun. Tata ruang yang baik dapat mengurangi risiko banjir sekaligus menjaga daya dukung lingkungan.

- **Pengendalian Erosi**

Upaya teknis konservasi lahan seperti terasering, *buffer strip*, sistem agroforestri, hingga penanaman vegetasi lebat.

- **Penanganan Kondisi Darurat**

Meliputi identifikasi wilayah rawan, penyediaan logistik, peralatan penyelamatan, hingga pembentukan tim siaga bencana.

- **Peramalan dan Sistem Peringatan Dini**

Peramalan dan Sistem Peringatan Dini dilakukan melalui pemantauan muka air sungai, curah hujan, serta kondisi lingkungan menggunakan teknologi seperti alat ukur otomatis dan sistem

telemetri untuk memberikan informasi secara cepat kepada masyarakat sehingga dapat dilakukan langkah antisipasi terhadap potensi banjir.

- **Law Enforcement (Penegakan Hukum)**

Penegakan peraturan terkait pelestarian lingkungan, misalnya larangan membuang sampah ke sungai, mengendalikan penebangan hutan, dan aturan ketat terhadap pembangunan di kawasan rawan banjir.

- **Penyuluhan dan Edukasi Masyarakat**

Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang penyebab banjir, cara mitigasi, serta peran aktif dalam menjaga lingkungan.

- **Asuransi Bencana Banjir**

Instrumen perlindungan finansial untuk meminimalisasi kerugian ekonomi masyarakat terdampak banjir. Walaupun belum populer, skema ini sangat potensial diterapkan di Indonesia.

2.2.4 Spatial Multi Criteria Analysis

Spatial Multi-Criteria Analysis (SMCA) merupakan teknik yang digunakan untuk mempertimbangkan berbagai kriteria dan parameter yang berbeda dalam proses pengambilan keputusan atau penetapan area potensial embung (Purwohandoyo dkk., 2023). SMCA menyediakan proses yang logis dan terstruktur dengan mempertimbangkan sejumlah faktor yang beragam, sehingga dapat diidentifikasi dan diprioritaskan secara jelas sesuai dengan kebutuhan analisis. Analisis ini dilaksanakan dengan bantuan perangkat Sistem Informasi Geografis (SIG), yang memberikan manfaat dalam bentuk efisiensi waktu dan biaya selama proses pengambilan keputusan. Selain itu, metode ini menghasilkan keluaran dan justifikasi yang lebih jelas untuk disampaikan kepada para pemangku kepentingan dan masyarakat sebagai rekomendasi yang bersifat berkelanjutan.

Analisis Multi Kriteria (MCA) merupakan metode analisis yang digunakan dalam pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan berbagai variabel yang mempengaruhi. Proses MCA melibatkan identifikasi variabel yang paling dominan serta pembobotan untuk menghasilkan hasil yang optimal. Seiring perkembangan waktu, MCA telah dikembangkan lebih lanjut dengan pendekatan spasial, yaitu melalui integrasi dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Pendekatan ini memungkinkan pengolahan berbagai variabel yang mempertimbangkan aspek spasial, sehingga analisis ini disebut sebagai *Spatial Multi Criteria Analysis* (SMCA) (Purwaningsih & Wibowo, 2024).

SMCA merupakan pendekatan berbasis SIG dalam perencanaan tata ruang yang bertujuan untuk menentukan area potensial yang paling sesuai dengan tujuan tertentu.

Metode ini banyak diterapkan dalam berbagai sektor, seperti kesehatan, industri, pelayanan publik, dan kebencanaan (*disaster management*). Proses SMCA melibatkan beberapa tahapan, yaitu: (1) menentukan kriteria dan parameter; (2) standarisasi kriteria; (3) menghitung bobot; dan (4) menentukan kesesuaian area potensial sesuai dengan bobot kriteria tersebut (Purwohandoyo dkk., 2023).

Untuk melakukan analisis data, biasanya digunakan aplikasi SMCA yang berbasis SIG, seperti ArcGIS 10.8. Data spasial kemudian dikombinasikan dengan informasi non-spasial seperti hasil wawancara dan kuesioner. Pendekatan ini memungkinkan pengambilan keputusan berdasarkan kondisi aktual, aspirasi pemangku kepentingan, hingga rencana pembangunan jangka panjang. SMCA menjadi alat bantu untuk menghasilkan perencanaan spasial yang lebih akurat dan responsif (Purwohandoyo dkk., 2023).

Kriteria dalam SMCA umumnya terdiri dari kriteria utama dan subkriteria, yang masing-masing dievaluasi berdasarkan kesesuaian dengan tujuan analisis (Arimjaya, 2021). Nilai bobot dapat diperoleh dari metode seperti AHP (*Analytical Hierarchy Process*), serta metode lainnya yang sesuai dengan kebutuhan. Nilai bobot ini digunakan untuk menentukan lokasi terbaik berdasarkan hasil analisis dan preferensi yang telah ditentukan sebelumnya. SMCA banyak digunakan dalam mendukung proses pengambilan keputusan publik, terutama ketika kriteria spasial dan non-spasial perlu dipertimbangkan secara simultan. Proses dalam SMCA mencakup klasifikasi, normalisasi (penyesuaian skala nilai antara 0–1), hingga atribusi bobot berdasarkan kepentingan relatif.

2.2.5 Pembobotan Analytical Hierarchy Process

Pada tahap *choice*, dilakukan proses perbandingan terhadap setiap parameter dan alternatif yang telah ditentukan dengan menggunakan perangkat lunak *Expert Choice 11*. Tahapan awal dalam proses ini adalah *pairwise comparison*, yaitu metode penilaian yang dilakukan secara komparatif dengan membandingkan setiap unsur secara berpasangan. Melalui perbandingan berpasangan tersebut, dapat diketahui tingkat kepentingan relatif antar parameter maupun alternatif, sehingga diperoleh prioritas yang lebih objektif dan terstruktur dalam proses pengambilan keputusan. Proses pengambilan keputusan ini mempertimbangkan unsur persepsi, preferensi, serta evaluasi yang rasional terhadap nilai-nilai personal, yang dikenal sebagai metode *Pairwise Comparison* (Perbandingan Berpasangan). Metode ini merupakan kerangka kerja pengambilan keputusan yang efektif karena menyederhanakan permasalahan ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil, sehingga mempercepat proses penetapan keputusan. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mengorganisasi parameter yang ada secara sistematis, menilai tingkat kepentingannya

masing-masing, dan menggabungkannya guna menentukan parameter prioritas utama yang akan mempengaruhi hasil keputusan dalam suatu situasi. Berbagai pertimbangan ini kemudian disintesis menjadi keputusan akhir yang bersifat intuitif namun logis, sesuai dengan harapan dan analisis yang telah dilakukan sebelumnya (Suryani dkk., 2025). Penerapan menggunakan *expert choice*, tahapan ini dikenal sebagai proses *assessment*. Proses tersebut diawali dengan melakukan perbandingan secara berpasangan terhadap seluruh parameter yang telah ditetapkan. Dibandingkan dengan metode pengambilan keputusan lainnya, *Analytic Hierarchy Process* (AHP) memiliki keunggulan (Suryadi & Ramdhani, 2000).

1. Struktur hierarki yang mendalam: AHP memungkinkan penyusunan kriteria secara sistematis, mulai dari tujuan utama hingga ke tingkat sub-kriteria yang paling mendetail. Hal ini memberikan gambaran masalah yang lebih utuh dan terstruktur.
2. Uji validitas dan toleransi inkonsistensi: Metode ini tidak hanya mengandalkan pilihan pengambil keputusan, tetapi juga secara otomatis menghitung tingkat konsistensi logika dari pilihan tersebut. AHP tetap memberikan toleransi terhadap inkonsistensi penilaian selama masih dalam batas yang wajar.
3. Ketahanan hasil melalui analisis sensitivitas: AHP mampu menguji seberapa kuat atau tahannya hasil keputusan yang telah diambil terhadap perubahan-perubahan tertentu. Hal ini membantu pengambil keputusan melihat kestabilan *output* analisis meskipun terjadi dinamika atau perubahan preferensi.

Menurut (Saaty, 2008) proses pengolahan *Pairwise Comparison* dalam metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) melibatkan beberapa tahapan, antara lain:

1. Mengidentifikasi masalah yang dihadapi dan merumuskan tujuan secara jelas.
2. Menyusun kerangka struktural yang terdiri atas tujuan, kriteria penilaian, parameter dan klasifikasi-klasifikasi ketentuan khusus.
3. Membentuk model perbandingan berpasangan untuk menjelaskan pengaruh relatif antar parameter. Dalam proses ini, penilai membandingkan prioritas tiap parameter berdasarkan tingkat kepentingannya.
4. Membagi nilai setiap elemen dalam matriks perbandingan berpasangan terhadap total nilai masing-masing kolom guna menentukan bobot prioritas relatif tiap parameter.
5. Lakukan perhitungan nilai vektor eigen serta evaluasi tingkat konsistensinya. Nilai eigen yang dimaksud adalah nilai maksimum dari vektor eigen yang diperoleh melalui metode matematis atau perhitungan manual. Apabila hasil tersebut menunjukkan ketidakkonsistenan, maka proses pengumpulan data (bersifat opsional) perlu diulang.

6. Laksanakan pengujian konsistensi hierarki. Suatu penilaian dianggap konsisten apabila nilai *Consistency Ratio* (CR) kurang dari 0,100. Apabila nilai tersebut belum memenuhi parameter konsistensi, maka proses penilaian harus diulang kembali.

AHP memungkinkan peneliti memberikan skor bobot pada berbagai parameter secara intuitif melalui model perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) (Saaty, 2008). Nilai serta skala perbandingan yang digunakan mengacu pada pendapat (Saaty, 1994).

Tabel 2.1 Model Perbandingan Berpasangan

Nilai	Keterangan
1	Parameter /alternatif A sama penting dengan parameter /alternatif B
3	A sedikit lebih penting dari B
5	A jelas lebih penting dari B
7	A sangat jelas lebih penting dari B
9	A mutlak lebih penting dari B
2,4,6,8	Apabila ragu-ragu antara dua nilai yang berdekatan

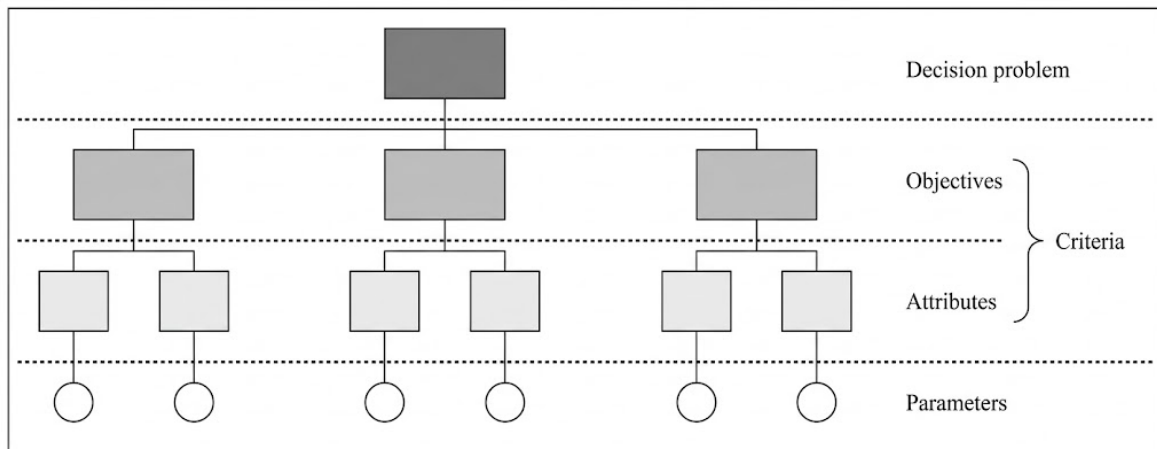
Sumber: Saaty, 1994

AHP atau model perbandingan berpasangan digunakan untuk menentukan bobot prioritas dari parameter yang digunakan dalam analisis SMCA. Pemberian bobot dan penentuan prioritas dari parameter kesesuaian area potensial embung dilakukan dengan pendekatan AHP melalui model perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*).

2.2.6 *Spatial Multi Criteria Evaluation*

Spatial Multi Criteria Evaluation (SMCE) digunakan sebagai alat eliminasi dalam mengidentifikasi dan menambahkan lokasi-lokasi yang tidak diperkenankan untuk dikembangkan (Hadi dkk., 2023). Lokasi-lokasi tersebut kemudian ditetapkan sebagai *spatial constraint*, yaitu batasan spasial yang berfungsi untuk membatasi atau melarang pemanfaatan ruang tertentu sesuai dengan ketentuan dan pertimbangan perencanaan. Tujuan penerapan *spatial constraint* adalah untuk secara langsung memberikan nilai pengali 0 atau menjadikan lokasi tersebut bernilai kosong dalam proses analisis. Dengan demikian, meskipun pada tahap penilaian sebelumnya lokasi tersebut memperoleh skor tinggi dan dinilai sesuai untuk dikembangkan sebagai kawasan permukiman, keberadaan batasan ini tetap mengeliminasi area tersebut dari rekomendasi pengembangan. Berdasarkan penelitian (Shahabi & Hashim, 2015), tingkat akurasi peta dengan metode SMCE mencapai 96%, sementara metode AHP sebesar 91%. Atas dasar tersebut, metode SMCE digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini sebagai metode pendukung dalam proses pengambilan keputusan. Berikut merupakan pohon kriteria SMCE untuk menguraikan masalah

pengambilan keputusan menjadi *objectives*, *attributes*, dan *parameters* yang nantinya akan disusun.



Sumber: Alkema & Boerboom, 2014

Gambar 2.3 Pohon Kriteria SMCE Untuk Menguraikan Masalah Pengambilan Keputusan Menjadi *Objectives*, *Attributes*, dan *Parameters*

Pada prinsipnya tidak ada batasan jumlah tingkat hierarki tujuan dan atribut. Konsep evaluasi dapat dipecah menjadi unit-unit yang lebih sederhana dan terstruktur, yang dalam literatur akademik dikenal sebagai kriteria evaluasi. Kriteria ini dapat dijabarkan lebih lanjut ke dalam dua komponen utama, yaitu tujuan dan atribut. Tujuan merujuk pada kondisi ideal yang ingin dicapai oleh individu atau kelompok tertentu, sementara atribut berfungsi sebagai parameter untuk mendeskripsikan atau mengukur tujuan tersebut. Proses penguraian suatu permasalahan dapat disusun secara sistematis melalui struktur yang dinamakan pohon kriteria, yang diilustrasikan pada **Gambar 2.3** Untuk keperluan kuantifikasi, atribut dapat direpresentasikan melalui peta kriteria yang menyediakan data masukan bagi proses analisis dengan menggunakan nilai-nilai parameter tertentu.

2.2.7 Parameter Lokasi Embung

Lokasi pembangunan embung harus direncanakan secara matang dengan mempertimbangkan berbagai aspek agar fungsi dan pemanfaatannya dapat berjalan optimal dan berkelanjutan. Berdasarkan Modul Pengantar Perencanaan Embung Pelatihan Perencanaan Embung oleh Kemetrian PUPR Tahun 2017 terdapat beberapa faktor utama yang perlu diperhatikan dalam menentukan lokasi embung, yaitu:

1. Hidrologi (Curah hujan)

Curah hujan memberikan informasi penting yang menunjukkan seberapa besar intensitas curah hujan yang terjadi. Data tersebut diukur dan dinyatakan dalam satuan milim per tahun (mm/tahun), yang menggambarkan jumlah total air hujan yang jatuh selama

periode satu tahun penuh. Kondisi hidrologi, seperti pola dan intensitas curah hujan, menjadi pertimbangan penting dalam merancang embung. Informasi ini sangat bermanfaat untuk memahami pola dan tingkat curah hujan di daerah tersebut secara lebih detail dan akurat. Menurut (Santikayasa dkk., 2021) untuk menentukan perencanaan kesesuaian area potensial embung harus menggunakan data kurun waktu 10-20 tahun. Menggunakan *software* arcgis dalam pengolahan menggunakan metode interpolasi spasial yaitu *tools Inverse Distance Weighted* (IDW) di *software* ArcGIS. Metode IDW adalah sebuah teknik mengubah titik data mejadi peta raster kontinu, dengan memasukan koordinat stasiun curah hujan.

2. Topografi

Kondisi topografi di sekitar lokasi rencana embung sangat berpengaruh terhadap desain dan efektivitas embung. Aspek yang perlu diperhatikan meliputi bentuk permukaan tanah, kemudahan akses menuju lokasi, serta jarak ke sumber material konstruksi. Lembah dengan dinding curam berpotensi menimbulkan bahaya seperti longsor atau aliran debris yang dapat merusak struktur embung dan mengurangi kapasitas tampungan.

3. Geologi (Kemiringan Lereng)

Aspek geologi menilai jenis dan kondisi batuan serta tanah yang akan menjadi pondasi embung. Faktor ini sangat menentukan tipe embung yang cocok untuk suatu lokasi. Kemiringan lereng yang ideal untuk pembangunan embung berkisar antara 10-30%, karena memungkinkan udara dari sumbernya dengan mudah masuk dan keluar dari area tangkapan air (Jha dkk., 2014). Di sisi lain, area dengan kemiringan terlalu landai (kurang dari 2%) kurang cocok sebagai lokasi pengambilan udara, karena udara cenderung mengalir ke dataran rendah dan tidak dapat tertahan secara alami, sehingga memerlukan perlakuan khusus seperti perubahan kemiringan yang memerlukan biaya tambahan. Sementara itu, lereng yang terlalu curam (lebih dari 30%) sangat tidak sesuai untuk tikungan atau embung, karena air mudah masuk tetapi sulit keluar melalui saluran, selain meningkatkan risiko longsor dan tekanan pada fondasi tikungan (Tumbo dkk., 2014).

4. Tutupan Lahan

Tutupan lahan merupakan faktor krusial yang langsung mempengaruhi limpasan permukaan, di mana hubungan antara penggunaan lahan dan limpasan tersebut sangat bergantung pada intensitas hujan (Tumbo dkk., 2014). Jenis tutupan lahan yang paling cocok untuk pembangunan embung adalah area yang berdekatan dengan sungai dan semak belukar. Sungai sangat ideal karena berfungsi sebagai sumber air utama, sedangkan semak belukar merupakan lahan yang ditumbuhi vegetasi, yang memainkan peran penting dalam meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah. Vegetasi membantu meningkatkan porositas tanah

melalui sistem perakaran, sehingga air hujan lebih mudah meresap ke dalam tanah daripada mengalir permukaan. Selain itu, semak belukar dan lahan terbuka memiliki nilai ekonomi yang lebih rendah dibandingkan dengan lahan terbangun, namun tutupan lahan ini juga mempengaruhi tingkat erosi tanah. Erosi dapat menciptakan fondasi yang lemah untuk embung, sehingga perlu diperhatikan dalam perencanaan (Dai, 2016; Hermawan dkk., 2020).

5. Jarak terhadap jaringan Jalan

Semakin dekat lokasi calon bendung atau embung dengan jalan, semakin baik, karena hal ini akan mempermudah pengangkutan peralatan dan bahan selama tahap konstruksi. Keuntungan lainnya, kemudahan akses ini juga akan membuat biaya yang dikeluarkan menjadi relatif lebih rendah (Hermawan dkk., 2020). Lokasi ideal untuk embung adalah daerah cekungan yang mampu menampung air, memiliki kondisi geoteknik yang tidak mudah meloloskan air, berdekatan dengan pemukiman atau lahan pertanian agar distribusi air lebih efisien, serta mudah diakses melalui jaringan jalan. Selain itu, berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 07/SE/M/2018 Tahun 2018 tentang Pedoman Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampungan Air Lainnya di Desa, pemilihan lokasi embung juga harus mempertimbangkan hal-hal berikut:

- Ketersediaan sumber air.

Sumber air dapat berasal dari mata air, limpasan saluran pembuang irigasi, sungai kecil, anak sungai, atau tadah hujan.

- Volume dan ukuran embung.

Lokasi diutamakan pada daerah cekungan atau lereng bukit yang lebih tinggi dari sekitarnya agar kapasitas tampungan dapat optimal, dengan volume maksimal sekitar 3.000 m³.

- Ketersediaan bahan dan mineral.

Material konstruksi seperti batu, tanah urugan, dan pasir sebaiknya tersedia di sekitar lokasi guna mendukung efisiensi pembangunan.

- Karakteristik tanah.

Karakteristik tanah yang harus dimiliki embung yaitu:

- 1) Embung tidak diperkenankan dibangun di atas tanah lunak.
- 2) Apabila berada di atas tanah timbunan, tanah tersebut harus dipadatkan terlebih dahulu.
- 3) Jenis tanah yang sesuai adalah tanah yang relatif kedap air seperti lempung. Tanah bertekstur kasar seperti pasir atau kerikil sebaiknya dihindari karena mudah meresapkan air.

- Kedekatan dengan sumber air (Jarak Sungai)

Lokasi embung sebaiknya berdekatan dengan sumber air. Jarak dengan sungai sangat mempengaruhi kesesuaian lokasi pembangunan embung, karena jarak yang lebih dekat memfasilitasi akses mudah ke sumber air, meningkatkan efisiensi pengisian embung secara alami melalui aliran sungai.

- Elevasi embung.

Posisi embung idealnya berada lebih tinggi.

- Status kepemilikan lahan.

Lahan yang digunakan harus memiliki status kepemilikan yang jelas, tidak dalam sengketa, serta tidak menimbulkan tuntutan ganti rugi, yang dibuktikan dengan pernyataan dari kelompok penerima manfaat. Sementara itu, parameter dalam lokasi embung juga menerapkan pada kemiringan lereng, penggunaan lahan, serta tekstur tanah (Priyono dkk., 2002). Berikut merupakan penjabaran parameter penentu lokasi embung.

1. Kemiringan lereng antara 8–30% (topografi bergelombang), agar air hujan dapat mengalir ke embung dan mudah disalurkan ke lahan pertanian. Lahan datar cenderung sulit menampung air limpasan, sedangkan lereng curam berisiko tinggi terhadap erosi dan sedimentasi.
2. Tutupan lahan tadah hujan, yakni lokasi dekat dengan saluran air agar air hujan mudah tertampung, serta dekat dengan areal pertanian yang membutuhkan air.
3. Tekstur tanah liat atau liat berlempung, karena tanah berpasir mudah meresapkan air sehingga tidak ideal untuk embung. Bila terpaksa, embung dapat dilapisi plastik atau semen untuk mengurangi kehilangan air.

2.2.8 Boolean Logic Method

Metode *boolean* adalah pendekatan logika yang dinyatakan dalam bentuk matematika, dengan prinsip utama berupa aturan yang menghubungkan dua nilai saja, yaitu true dan false nilai-nilai ini dapat pula dilambangkan dengan angka 1 dan 0. Angka 0 dikenal sebagai elemen zero, sedangkan angka 1 disebut elemen unit (Teknik Elektronika, 2020). Aljabar *boolean* sendiri merupakan metode yang memungkinkan dilaksanakannya rangkaian logika sederhana dengan bertumpu pada teori dasar *Boolean*. Dalam hal penyederhanaan fungsi logika yang kompleks, metode ini dinilai jauh lebih efisien dan praktis dibandingkan penggunaan tabel kebenaran. Di samping itu, metode *Boolean* juga diterapkan untuk mengidentifikasi serta menentukan klasifikasi melalui proses *boolean overlay*. Pelaksanaan metode ini dilakukan dengan menganalisis variabel-variabel spasial memakai teknik *overlay*, sehingga dihasilkan data raster yang memiliki nilai 0 untuk parameter tidak sesuai

dan 1 untuk parameter sesuai. Hasil tersebut memudahkan pengambilan keputusan secara lebih jelas dan cepat (Zulsfi dkk., 2021)

2.2.9 Weight Overlay Method

Weighted overlay pada ArcGIS utamanya dipakai untuk menyelesaikan permasalahan multikriteria, antara lain pemilihan lokasi yang paling tepat atau pemodelan kesesuaian (*suitability modeling*) (Ukhti dkk., 2021). Metode ini memungkinkan pengkombinasikan beberapa lapisan data raster dengan cara memberikan bobot (atau faktor bobot) yang berasal dari hasil perbandingan perpasangan dari metode AHP disusun oleh para ahli. Metode *weighted overlay* menggunakan data raster sebagai dasar analisisnya. Data raster memiliki karakteristik khusus di mana unit terkecilnya berupa piksel. Setiap piksel memiliki nilai numerik masing-masing yang memungkinkan dilakukannya proses skoring dan pembobotan secara individual pada setiap piksel.

Overlay dilakukan oleh beberapa raster secara bersamaan, diperlukan penggunaan skala pengukuran yang seragam agar hasil perbandingan antara berbagai lapisan data menjadi konsisten. Selain itu, setiap raster juga diberikan bobot yang berbeda-beda sesuai dengan tingkat kepentingannya dalam proses pengambilan keputusan. Sebagai persyaratan teknis, seluruh raster yang akan dimasukkan ke dalam proses *weighted overlay* wajib berbentuk bilangan bulat atau integer. Jika terdapat raster dengan nilai *floating point* atau desimal, maka raster tersebut harus dikonversikan terlebih dahulu ke format bilangan bulat sebelum dapat digunakan dalam analisis *weighted overlay*. Proses operasional *weighted overlay* melibatkan beberapa tahap penting. Pertama, menetapkan tingkat atau kelas baru untuk setiap nilai yang ada dalam raster masukan berdasarkan skala evaluasi yang telah ditentukan. Kedua, setiap raster masukan diberi bobot yang dinyatakan dalam bentuk persentase sesuai dengan tingkat kepentingannya. Sangat penting untuk diperhatikan bahwa jumlah total persentase dari seluruh bobot harus sama dengan 100%, agar hasil akhir mencerminkan proporsi pengaruh masing-masing faktor secara akurat dan proporsional.

2.2.10 Zona Tata Ruang

Zona merupakan wilayah atau kawasan tertentu yang ditetapkan berdasarkan fungsi, karakteristik, dan kegunaan khususnya menurut Rencana Detail Tata Ruang Nomor 2 Tahun 2024 Tentang Rencana Detail Tata Ruang Kecamatan Tugu Tahun 2023-2043, 2024). Menurut wawancara dengan Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kota Semarang embung harus pada zona hijau dan biru.

Dalam penelitian yg lokasinya di Kota Semarang sangat disarankan merujuk pada rtrw kota semarang, jadi lebih baik dipahami dulu rtrw kota semarang dek zonasi2 nya dalam rtrw. Dalam rtrw klasifikasi zonasi dibedakan dengan warna zona hijau melambangkan RTH atau kawasan hijau, zona biru melambangkan kawasan air, zona kuning permukiman.(BP-P14)

Berikut merupakan penjabaran terkait warna pada zona tata ruang berdasarkan warnamenurut Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2023 Tentang Basis Data dan Penyajian Peta Rencana Tata Ruang Kawasan Strategis Nasional dan Rencana Detail Tata Ruang Kawasan Perbatasan Negara.

1. Hijau (Zona Ruang Terbuka Hijau (RTH)), Merupakan kawasan atau wilayah berbentuk memanjang/jalur dan/atau berkelompok yang penggunaannya bersifat terbuka, berfungsi sebagai tempat tumbuhnya tanaman, baik yang tumbuh secara alamiah maupun yang ditanam secara sengaja, dengan mempertimbangkan aspek fungsi ekologis, resapan air, ekonomi, sosial budaya, serta estetika.
2. Biru (Zona Badan Air (BA)), merupakan sumber air permukaan di bumi, seperti sungai, danau, embung, waduk, serta berbagai bentuk serupa lainnya.
3. Oranye (Zona Badan Jalan (BJ)): Merupakan bagian inti dari jalan yang terletak di antara persimpangan jalan (kisi-kisi), mencakup lajur utama lalu lintas beserta bahu jalan.
4. Kuning ((Zona Perumahan (R)): Merupakan peruntukan ruang untuk kelompok rumah tinggal yang mendukung kehidupan dan penghidupan masyarakat, dilengkapi dengan fasilitas pendukungnya.
5. Coklat Muda (Zona Sarana Pelayanan Umum (SPU)): Merupakan peruntukan ruang yang dikembangkan untuk menampung berbagai kegiatan pelayanan masyarakat, seperti pendidikan, kesehatan, ibadah, sosial budaya, olahraga, serta rekreasi, lengkap dengan fasilitas pendukungnya sesuai skala pelayanan yang ditetapkan dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten/Kota (RTRWK).
6. Ungu ((Zona Perdagangan dan Jasa (K)): Merupakan peruntukan ruang sebagai bagian dari kawasan budidaya yang difungsikan untuk mengembangkan kegiatan usaha komersial, tempat bekerja, berusaha, hiburan, serta rekreasi, beserta fasilitas umum atau sosial pendukungnya.

7. Merah muda ((Zona Perkantoran (KT)) adalah peruntukan ruang yang merupakan bagian dari kawasan budidaya difungsikan untuk pengembangan kegiatan pelayanan pemerintahan dan tempat bekerja/berusaha, tempat berusaha, dilengkapi dengan fasilitas umum/sosial pendukungnya.
8. Abu ((Zona Kawasan Peruntukan Industri (KPI)) adalah Bentangan lahan yang diperuntukkan bagi kegiatan Industri berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
9. Oranye (Zona Transportasi (TR)): Merupakan peruntukan ruang sebagai bagian dari kawasan budidaya yang dikembangkan untuk menampung fungsi transportasi berskala regional, guna mendukung kebijakan pengembangan sistem transportasi yang tercantum dalam rencana tata ruang, meliputi transportasi darat, udara, dan laut.
10. Biru (Zona Ruang Terbuka non Hijau (RTNH)): Merupakan ruang terbuka di wilayah perkotaan yang tidak termasuk dalam kategori Ruang Terbuka Hijau (RTH), berupa badan air dan lahan yang diperkeras.
11. Ungu (Zona Pertahanan dan Keamanan (HK)): Merupakan peruntukan ruang yang dikembangkan untuk menjamin serta mendukung kegiatan dan pengembangan bidang pertahanan serta keamanan, seperti instalasi pertahanan dan keamanan, termasuk tempat latihan, Kodam, Korem, Koramil, dan sejenisnya.

2.2.11 Manfaat Embung

Embung merupakan cekungan atau kolam penampung air di permukaan tanah yang lebih rendah dari sekitarnya dan memiliki area cukup luas untuk menahan air hujan maupun aliran permukaan (*runoff*). Secara umum, embung berfungsi sebagai sarana pengendali banjir dan penyedia air untuk berbagai kebutuhan. Fungsi utama embung adalah sebagai sarana penampungan air hujan pada musim penghujan yang berperan dalam mengurangi potensi terjadinya banjir, serta sebagai penyedia cadangan sumber daya air yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat pada musim kemarau. (Hidayat dkk., 2019). Fungsi embung lainnya sangat terkait dengan sumberdaya air menurut DSDA Jawa Barat tahun 2025 yaitu sebagai berikut.

1. Menampung air hujan: Embung berfungsi menampung kelebihan air hujan sehingga tidak langsung mengalir ke sungai atau menimbulkan banjir, serta dapat membantu mengurangi potensi erosi tanah.
2. Sumber air irigasi: Air yang tersimpan di embung dapat dimanfaatkan sebagai sumber irigasi bagi lahan pertanian, khususnya pada musim kemarau, sehingga berperan dalam mendukung ketahanan pangan.

3. Pengendalian banjir skala lokal: dengan menampung limpasan air saat curah hujan tinggi, embung dapat membantu mengurangi risiko banjir di wilayah sekitarnya.
4. Konservasi air tanah: Keberadaan embung dapat meningkatkan proses infiltrasi air ke dalam tanah sehingga membantu menambah cadangan air tanah.
5. Pendukung kegiatan perikanan dan wisata: Selain fungsi hidrologis, embung juga dapat dimanfaatkan sebagai sarana rekreasi, edukasi lingkungan, serta lokasi budidaya ikan air tawar.

2.2.12 Penentuan Luas Permukaan Embung Berdasarkan Volume

Luas permukaan didapatkan dari variasi panjang dikalikan dengan lebar embung dan ditambah dengan luas bak pengendap dan pelimpah embung. Penggunaan standar ukuran ini mengacu pada pedoman yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat melalui Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 07/SE/M/2018, sehingga perencanaan embung yang dilakukan tetap mengikuti ketentuan teknis yang berlaku. Dengan adanya pedoman tersebut, pembangunan embung diharapkan dapat memenuhi aspek keamanan, kapasitas tampungan, serta fungsi pengendalian air secara lebih efektif.

Tabel 2.2 Ukuran Embung Untuk Berbagai Volume Tampungan Embung

Volume (m ³)	Kolam Embung			Bak Pengendap		Pelimpah	
	Panjang rata-rata (m)	Lebar rata-rata (m)	Tinggi (m)	Panjang (M)	Tinggi (M)	Lebar (m)	Tinggi (M)
500	25	10	2,0	0,5	0,3	4	0,3
500	20	10	2,5	0,5	0,3	4	0,3
1.000	25	20	2,0	0,5	0,3	4	0,3
1.500	30	25	2,0	0,5	0,4	4	0,3
2.000	40	25	2,0	0,5	0,4	5	0,3
2.500	40	25	2,5	1,0	0,5	5	0,5
3.000	50	30	2,0	1,0	0,5	5	0,5

Sumber: Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 07/SE/M/2018 Tahun 2018 tentang Pedoman Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya di Desa

Tabel 2.2 merupakan ketentuan ukuran embung, digunakan sebagai acuan dalam menentukan dimensi dasar embung berdasarkan kapasitas volume tampungan yang direncanakan. Dimensi yang tercantum, seperti panjang, lebar, dan tinggi kolam embung, bak pengendap, serta pelimpah, menunjukkan standar ukuran minimal yang diperlukan agar embung dapat berfungsi secara optimal dalam menampung dan mengendalikan aliran air. Semakin besar volume tampungan yang direncanakan, maka dimensi embung yang dibutuhkan juga akan semakin besar untuk memastikan kapasitas penampungan air dapat

tercapai secara efektif. Semakin luas ukuran embung maka semakin besar volume tampungan embung yang di rencanakan. Komponen embung juga harus di pertimbangkan luasannya dalam merencanakan lahan embung yang pas dalam suatu wilayah. Adapula ketentuan luas lahan embung maksimal dalam pembangunan embung yaitu sebagai berikut.

Tabel 2.3 Luas Permukaan Embung Berdasarkan Volume Tampungan

No	Tinggi Hujan (mm/tahun)	Luas Permukaan (m ²) Berdasarkan Volume (V)					
		3.000 (m ³)	2.500 (m ³)	2.000 (m ³)	1.500 (m ³)	1.000 (m ³)	500 (m ³)
1	-	-	-	-	-	-	-
2	500-1000	6.000	5.000	4.000	3.000	2.000	1.000
3	1000-1500	3.000	2.500	2.000	1.500	1.000	500
4	1500-2000	2.000	1.667	1.333	1.000	667	333
5	≥ 2000	1.500	1.250	1.000	750	500	250

Sumber: Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 07/SE/M/2018 Tahun 2018 tentang Pedoman Pembangunan Embung Kecil dan Bangunan Penampung Air Lainnya di Desa

Tabel 2.3 menunjukkan ukuran-ukuran standar embung beserta beberapa fasilitas yang dimilikinya untuk berbagai kapasitas tampungan. Perlu diingat bahwa ukuran-ukuran ini merupakan ukuran tipikal yang biasanya digunakan. Namun, apabila kondisi di lapangan berbeda atau tidak memungkinkan, ukuran embung harus disesuaikan dengan situasi dan kondisi yang ada. Ketentuan tersebut digunakan sebagai acuan dalam menentukan kebutuhan luas area embung berdasarkan kapasitas volume tampungan dan kondisi curah hujan di suatu wilayah. Hubungan antara tinggi hujan tahunan dengan luas permukaan embung menunjukkan bahwa semakin tinggi curah hujan di suatu wilayah, maka luas permukaan embung yang dibutuhkan untuk volume tampungan tertentu dapat menjadi lebih kecil. Hal ini disebabkan karena ketersediaan air hujan yang lebih besar memungkinkan embung terisi dengan lebih cepat, sehingga tidak memerlukan area tampungan yang terlalu luas untuk mencapai kapasitas volume yang direncanakan. Sebaliknya, pada wilayah dengan curah hujan yang lebih rendah, diperlukan luas permukaan embung yang lebih besar agar volume tampungan yang diinginkan tetap dapat terpenuhi