

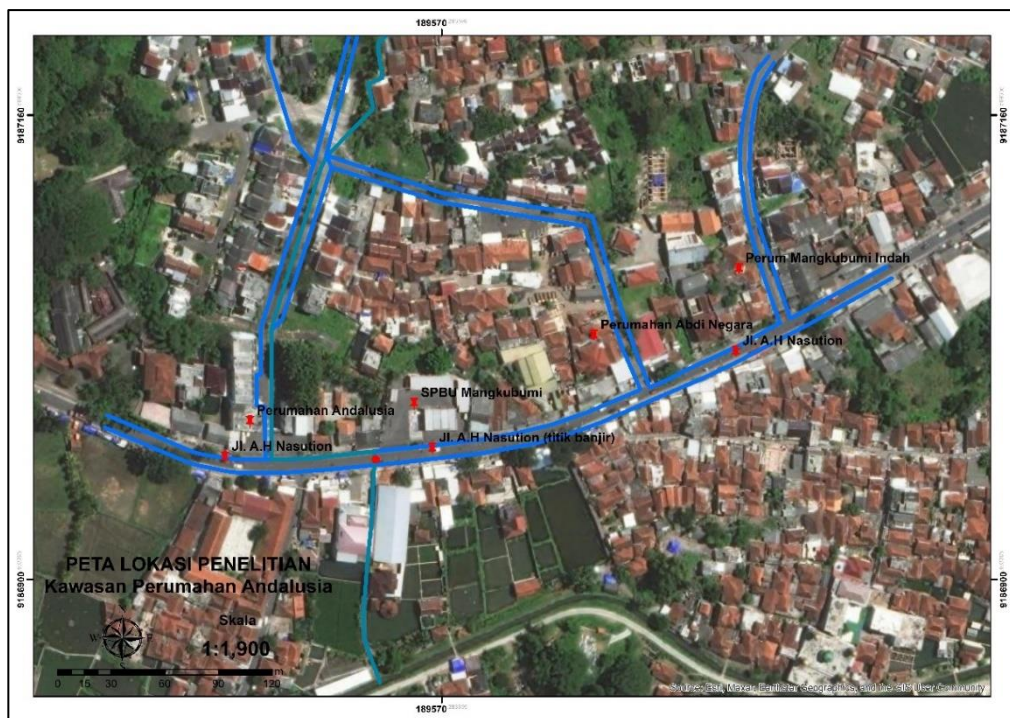
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Perumahan Andalusia yang terletak di Jalan A.H Nasution, Kota Tasikmalaya. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada tingginya potensi banjir di kawasan tersebut, serta kebutuhan akan solusi pengelolaan air hujan yang dapat mengurangi dampak banjir dan memenuhi kebutuhan irigasi di area tersebut. Selain itu, lokasi ini memiliki karakteristik lingkungan yang mendukung penerapan sistem ZROS yang menjadi fokus dalam penelitian ini. Penelitian ini akan dilaksanakan selama periode .untuk mengumpulkan data terkait efektivitas dan dampak dari sistem pengelolaan air hujan yang diusulkan.

Lokasi penelitian ini berada di jalan utama yang strategis, dengan volume lalu lintas kendaraan yang cukup tinggi. Titik rawan banjir terdeteksi pada saluran di sekitar SPBU Mangkubumi.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Tahapan ini adalah proses yang relevan dengan penelitian. Data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data primer dan sekunder.

3.2.1 Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh langsung melalui pengukuran di lapangan sebagai objek penelitian, salah satunya dengan melakukan survei di lokasi penelitian. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini meliputi dimensi saluran drainase yang ada, yang diperoleh melalui pengamatan langsung, serta hasil pengujian permeabilitas tanah di lokasi penelitian.

3.2.2 Data Sekunder

Menurut (Lindawati et.al. 2021), data sekunder adalah data yang diperoleh bukan langsung dari sumber pertama, melainkan dari sumber lain yang telah mengumpulkan atau mendokumentasikan data tersebut sebelumnya. Data ini sering kali berupa informasi yang telah dipublikasikan, seperti laporan, dokumen atau hasil penelitian terdahulu, yang digunakan oleh penelitian untuk mendalami suatu topik. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya.

- a. Data DEM digunakan untuk membuat peta topografi dan aliran air (stream flow) yang selanjutnya akan membantu dan menentukan daerah tangkapan air (DTA) di Lokasi penelitian.

- b. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan diperoleh dari stasiun hujan terdekat dengan daerah tangkapan air, yaitu Stasiun Hujan Cimulu, Stasiun Hujan Kawalu, Stasiun Hujan Cikunten II, dan Stasiun Hujan Wiriadinata.

- c. Peta Topografi

Peta topografi diperlukan untuk menentukan arah aliran air (*streamflow*) dan elevasi di lokasi penelitian, sehingga dapat digambarkan tangkapan air dengan lebih akurat.

- d. Data Klimatologi

Data klimatologi diperoleh dari Stasiun Hujan Cikunten II, yang mewakili kondisi hidrologi di Daerah Irigasi Cikunten. Data ini mencakup informasi tentang lama penyinaran matahari, kelembapan udara dan kecepatan angin.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

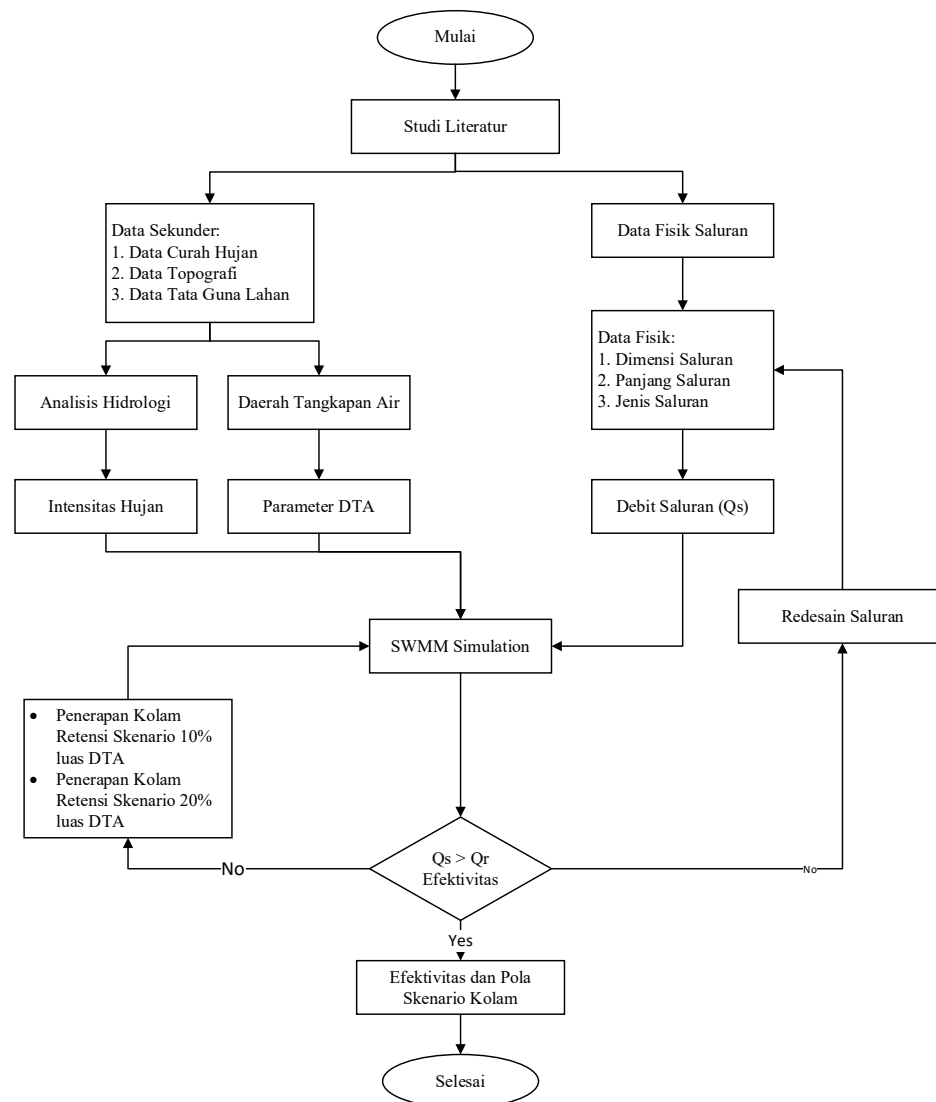
Alat yang digunakan untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi perangkat lunak (*software*) serta peralatan lainnya.

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

No.	Alat dan Bahan	Kegunaan
1	Theodolite	Mengukur ketinggian di lokasi penelitian
2	GPS	Menunjukkan lokasi-lokasi yang disurvei
3	Rambu ukur	Mengukur beda tinggi antara garis bidik dengan permukaan tanah
4	Tripod	Dudukan <i>waterpass</i> agar berdiri dengan stabil
5	Kamera	Dokumentasi selama survey
6	Meteran	Mengukur dimensi saluran
7	Payung	Melindungi alat dari panas matahari
8	Pilox	Memberikan tanda pada STA
9	ATK	Melakukan pencatatan data
10	Laptop	Penunjang proses penelitian
11	<i>Software</i> Arcgis	Membantu untuk proses analisis
12	<i>Software</i> ASWMM 5.2	Mensimulasikan hasil penelitian
13	Google Earth	Mengaplikasikan data lapangan
14	Microsoft Office	Penulisan laporan dan pengolahan data
15	<i>Software</i> AutoCad	Analisa <i>layout</i> eksisting penelitian perencanaan kolam detensi

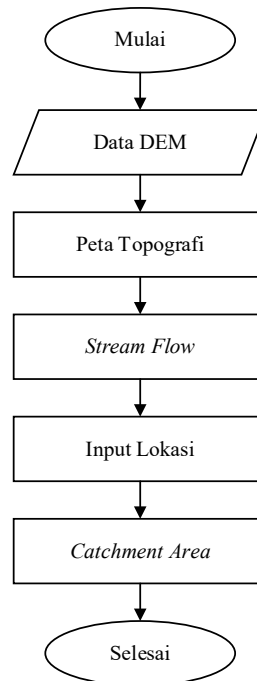
3.4 Analisis Data

Analisis data adalah proses untuk menyajikan dalam bentuk grafik, Tabel, dan gambar, serta menghitung nilai-nilai yang diperlukan berdasarkan data yang tersedia. Tahapan analisis data dalam penelitian ini terdiri dari beberapa langkah berikut adalah *flowchart* keseluruhan dari penelitian yang dilaksanakan.

Gambar 3.2 *Flowchart* Penelitian

3.4.1 Penentuan Daerah Tangkapan Air (*Catchment Area*)

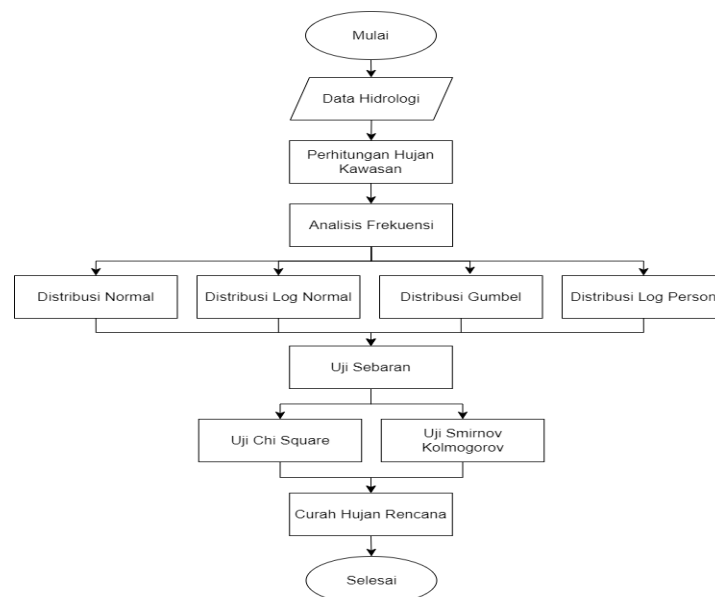
Catchment area ditentukan dengan bantuan perangkat lunak ArcGIS, yang digunakan untuk menganalisis data topografi dan elevasi. Dengan menggunakan ArcGIS, peneliti dapat memetakan kontur tanah dan aliran air di suatu wilayah, yang memungkinkan penentuan daerah tangkapan air (DTA) secara akurat. Tahapan-tahapan dalam proses penentuan daerah tangkapan air disajikan dalam *flowchart* berikut ini.



Gambar 3.3 *Flowchart* Penentuan Daerah Penangkapan Air

3.4.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan besaran curah hujan rencana berdasarkan periode ulang tertentu. Dalam penelitian ini, periode ulang yang digunakan mencakup 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, dan 50 tahun. Tahapan proses analisis hidrologi disajikan dalam flowchart berikut.



Gambar 3.4 *Flowchart* Analisis Hidrologi

3.4.3 Analisis Debit Banjir Rencana

Metode rasional yang digunakan dalam analisis debit banjir ini memerlukan penentuan nilai koefisien limpasan, luas wilayah, serta intensitas pada daerah tangkapan air ditentukan berdasarkan analisis tata guna lahan, kemudian dihitung nilai rata-ratanya. Sementara itu, waktu konsentrasi merupakan durasi yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik hingga mencapai titik yang dianalisis.

3.4.4 Analisis Kapasitas Saluran Drainase

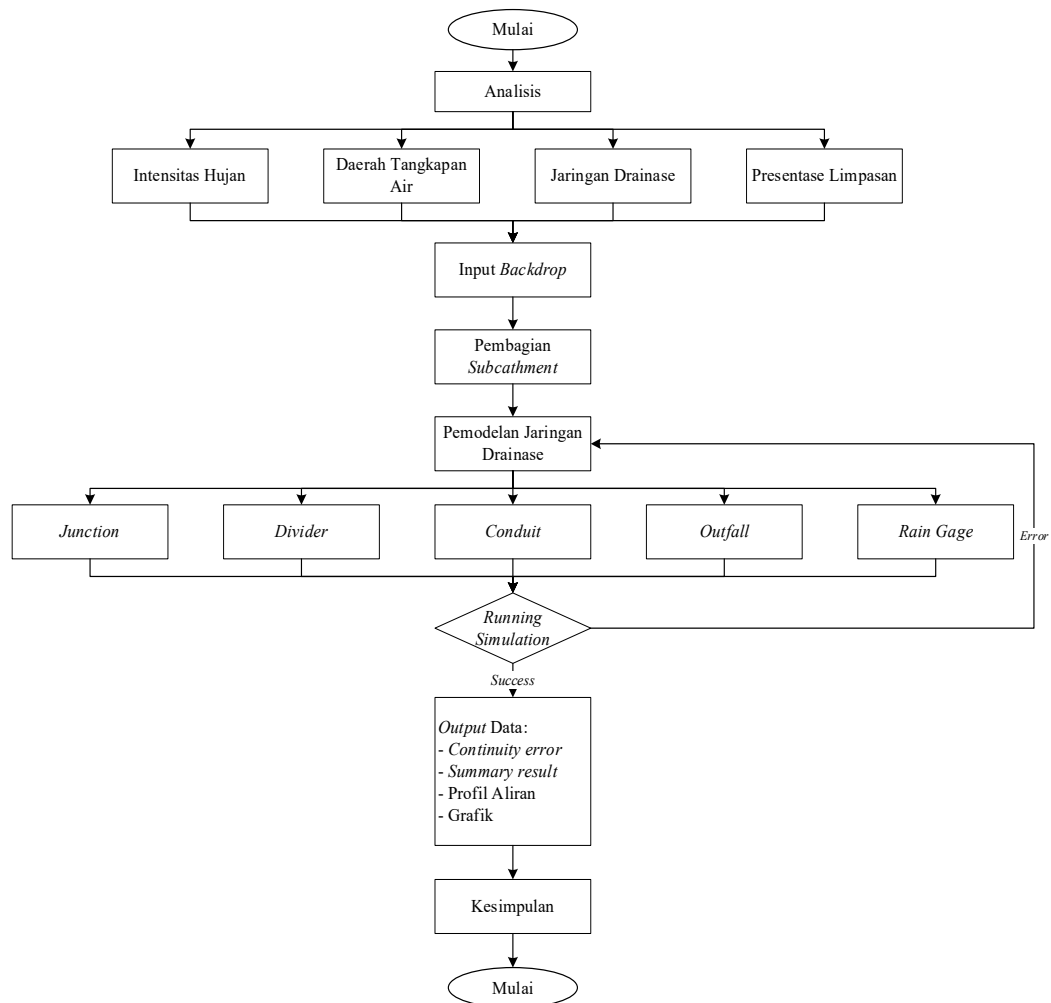
Dalam analisis kapasitas saluran drainase, terdapat dua metode yang dapat digunakan, yaitu perhitungan manual dan pemodelan menggunakan aplikasi EPA SWMM 5.2. Hasil dari kedua metode ini akan dibandingkan untuk menentukan alternatif terbaik dalam penanganan banjir.

3.4.4.1 Analisis Kapasitas Saluran Eksisting

Analisis hidrolika dilakukan untuk mengevaluasi apakah kapasitas saluran eksisting mampu menampung debit rencana. Dalam analisis kapasitas saluran, diperlukan data fisik seperti dimensi saluran agar perhitungan dapat dilakukan menggunakan rumus *mannings*. Debit banjir rencana kemudian dibandingkan dengan debit saluran eksisting. Jika kapasitas saluran eksisting lebih kecil dari debit rencana, maka dapat disimpulkan bahwa dimensi saluran tidak mencukupi untuk menampung limpasan yang terjadi.

3.4.4.2 Simulasi Menggunakan *Software* EPA SWMM 5.2

Analisis menggunakan *software* EPA SWMM 5.2 dapat digunakan untuk mengevaluasi kapasitas penampang saluran dalam menampung debit hujan berdasarkan periode ulang tertentu. Hasil dari simulasi ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas saluran drainase eksisting serta mengevaluasi sistem zero run off dalam mengurangi limpasan permukaan dan potensi banjir. Tahapan-tahapan dalam proses simulasi daerah tangkapan air disajikan dalam *flowchart* berikut ini.



Gambar 3.5 *flowchart* Simulasi Software SWMM 5.2

a. *Input Backdrop*

Langkah pertama dalam pemodelan pada penelitian ini adalah membuka aplikasi EPA SWMM 5.2. Setelah itu, dilakukan input backdrop dengan memasukkan gambar lokasi penelitian melalui menu *view (backdrop)*. *Backdrop* ini berfungsi sebagai referensi visual untuk mempermudah pemetaan jaringan drainase dan daerah tangkapan.

Setelah backdrop dimasukkan, langkah berikutnya adalah menyesuaikan koordinat agar gambar sesuai dengan skala dan posisi yang benar. Penyesuaian ini dilakukan dengan memasukan koordinat geografis area penelitian sehingga pemodelan ini dilakukan secara lebih akurat.

b. Menentukan *Subcatchment*

Pembagian subcatchment merupakan langkah awal dalam pemodelan menggunakan EPA SWMM 5.2. Pembagian ini dilakukan berdasarkan

daerah tangkapan air (DTA), yang ditentukan berdasarkan elevasi lahan dan arah pergerakan limpasan hujan.

Dalam pemodelan ini, data yang dimasukkan setiap *subcatchment* meliputi:

- Luas area *subcatchment*
- Persentase limpasan (impervious area)
- Persentase kemiringan lahan
- Lebar *subcatchment*
- Titik pembuangan (outlet point)

Berdasarkan peta topografi dan arah aliran limpasan (*run off*) menuju saluran drainase, lokasi penelitian dibagi menjadi 58 *subcatchment*, dengan rincian:

- 34 *subcatchment* pada lahan
- 24 *subcatchment* pada jalan

Data luas dan lebar lahan diperoleh dengan bantuan *software* ArcGIS, sedangkan persentase kemiringan dihitung berdasarkan kontur Kota Tasikmalaya. Nilai impervious area ditentukan sesuai dengan karakteristik lahan di daerah penelitian.

c. Pemodelan Skema Jaringan Drainase

Pemodelan dalam EPA SWMM 5.2 didasarkan pada jaringan drainase eksisting yang ada di lapangan. Objek-objek utama yang dimasukkan dalam model meliputi *junction*, *conduit*, dan *rain gage*.

Data yang dimasukkan pada *junction* adalah elevasi muka tanah dan elevasi data saluran pada setiap titik *junction*. Sedangkan pada *conduit* data yang dimasukkan meliputi dimensi saluran, bentuk saluran, panjang saluran dan koefisien kekasaran. Data curah hujan yang telah diolah menjadi intensitas hujan jam-jaman dimasukkan sebagai *rain gage*. Data ini diinputkan dalam format *time series* untuk mempresentasikan distribusi hujan selama periode tertentu.

d. Pemodelan Aliran pada Saluran Drainase (*running simulation*)

Setelah semua data dimasukkan, pemodelan dapat dilakukan dengan menjalankan simulasi (*running*) dalam EPA SWMM 5.2. simulasi dianggap berhasil jika nilai continuity error $<10\%$, yang menunjukkan keseimbangan antara input dan output dalam sistem.

Aliran permukaan (*run off*) atau limpasan terjadi ketika intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah, sehingga air mengalir ke sistem drainase atau menyebabkan genangan.

Hasil simulasi dapat dianalisis melalui beberapa metode dalam EPA SWMM 5.2, yaitu:

- Status report
Menunjukkan ringkasan hasil simulasi, termasuk debit aliran, kapasitas saluran, dan volume limpasan.
- Map view
Menunjukkan distribusi aliran dan titik-titik kritis dalam bentuk peta jaringan drainase.
- Grafik (*Time Series Plot*)
Menampilkan perubahan debit aliran dan tinggi muka air dalam sistem drainase seiring waktu.
- Profil Aliran (*Profile Plot*)
Menunjukkan kondisi hidraulik sepanjang suatu jalur aliran, termasuk kapasitas saluran dan kemungkinan luapan.

3.4.5 Analisis Zero Run off System

Penerapan *Zero Run off System* (ZROS) memerlukan analisis yang mendalam dengan data yang lengkap mengenai curah hujan, kondisi lahan, dan karakteristik drainase di area yang dianalisis. Tujuan dari analisis ini adalah untuk menilai sejauh mana ZROS dapat diterapkan guna mengurangi limpasan air hujan dan meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah.

3.4.5.1 Analisis Kebutuhan Kolam Detensi

Analisis kebutuhan kolam detensi bertujuan untuk menentukan ukuran, lokasi, dan desain yang tepat dalam rangka mengelola aliran air hujan agar tidak terjadinya genangan atau banjir di area yang terpengaruh. Beberapa data yang perlu dipertimbangkan dalam analisis ini antara lain adalah data curah hujan, debit aliran, topografi, dan penggunaan lahan di sekitar lokasi.

Data curah hujan digunakan untuk memperkirakan volume air limpasan yang dihasilkan dari hujan, sedangkan debit aliran membantu dalam menentukan kapasitas saluran drainase yang ada dan kebutuhan akan kolam detensi sebagai

penampung air. Selain itu, topografi lahan menjadi faktor penting dalam penentuan lokasi dan kapasitas kolam detensi, kemiringan lahan dan kontur tanah. Tata guna lahan di sekitar kolam detensi juga berperan dalam menentukan kapasitas dan desainnya.

Dengan perhitungan-perhitungan semua faktor di atas, analisis kebutuhan kolam detensi dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai ukuran, lokasi, dan desain yang tepat, sehingga kolam detensi dapat berfungsi secara optimal dalam mencegah banjir dan meningkatkan pengelolaan air hujan di daerah tersebut

3.4.5.2 Efektivitas Penerapan Kolam Detensi

Kolam detensi adalah solusi yang efektif yang mengelola limpasan air hujan dan mengurangi dampak banjir, terutama jika dirancang dan dipelihara dengan baik. Efektivitasnya sangat bergantung pada faktor-faktor seperti desain kapasitas yang tepat, pemeliharaan rutin, pengelolaan air yang baik, dan adaptasi terhadap perubahan iklim. Integrasi dengan sistem drainase lain dan keberlanjutan kebijakan pengelolaan juga sangat penting untuk memastikan kolam detensi berfungsi dengan optimal dalam jangka panjang.

Analisis ini dapat dilakukan dengan membandingkan debit aliran permukaan sebelum dan setelah penerapan kolam detensi. Data yang diperlukan adalah curah hujan harian atau bulanan, debit aliran permukaan, dan volume air yang ditahan oleh kolam detensi.

3.4.6 Pemodelan Alternatif Penanganan Banjir

Pemodelan alternatif penanganan banjir dapat dilakukan setelah penyebab utama terjadinya banjir diidentifikasi. Beberapa alternatif yang dapat diterapkan antara lain:

- Normalisasi saluran drainase dan perbaikan inlet
- Redesain dimensi saluran drainase
- Pembuatan kolam detensi

3.4.7 Perhitungan Koefisien Permeabilitas

Perhitungan koefisien permeabilitas dilakukan untuk menentukan nilai permeabilitas tanah, yang kemudian digunakan sebagai parameter utama dalam perhitungan volume resapan air hujan. Koefisien permeabilitas menunjukkan kemampuan tanah dalam meresapkan air dan umumnya dinyatakan dalam satuan

cm/jam atau m/detik. Nilai ini dipengaruhi oleh jenis tanah, struktur butiran, porositas, serta kadar air tanah.

Hasil perhitungan ini menjadi dasar dalam menentukan kapasitas infiltrasi sumur resapan, sehingga dapat dipastikan bahwa air hujan dapat meresap dengan optimal ke dalam tanah, mengurangi limpasan permukaan, dan membantu pengisian air tanah.