

3 METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian akan dilakukan di Jalan Dewi Sartika, Kelurahan Empangsari, Kecamatan Tawang, Kota Tasikmalaya. Jalan ini termasuk ruas jalan dengan kemacetan lalu lintas akibat banyaknya permukiman dan pertokoan di sepanjang jalan. Titik lokasi yang ditinjau dimulai dari saluran di depan SMA Pasundan 1 hingga persimpangan Jalan Dewi Sartika dengan Jalan R.A.A. Wiratanuningrat. Pusat titik banjir terjadi di saluran depan Warung Soto Haji Didih serta di persimpangan Jalan Dewi Sartika dengan Jalan R.A.A. Wiratanuningrat. Permasalahan yang terjadi di lokasi penelitian meliputi kondisi saluran yang kurang baik akibat adanya sedimen, menumpuknya sampah di dalam saluran, serta inlet yang tertutup, sehingga saluran tidak dapat berfungsi secara maksimal.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Teknik Pengumpulan Data

3.2.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang didapat secara langsung di lapangan. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu berupa dimensi saluran drainase, kondisi eksisting, kemiringan dasar saluran serta luasan daerah tangkapan air lokasi tersebut yang kemudian dilakukan analisis debit limpasan yang terjadi.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data tambahan yang diperlukan dalam penelitian untuk menunjang serta melengkapi data. Data sekunder yang diperlukan untuk penelitian ini diantaranya :

1. Data DEM (*Digital Elevation Model*)

Data DEM ini digunakan untuk membuat peta topografi dan stream flow yang nantinya akan digunakan untuk menentukan daerah tangkapan air (DTA) pada lokasi penelitian.

2. Data Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan merupakan data yang didapat dari stasiun hujan terdekat dengan daerah tangkapan air, diantaranya stasiun hujan Wiriadinata, stasiun hujan Cimulu dan Stasiun hujan Kawalu selama 20 tahun.

3. Peta Topografi

Peta dibutuhkan dalam menentukan arah aliran air (*streamflow*) dan elevasi pada lokasi penelitian sehingga dapat dibentuk daerah tangkapan air.

4. Peta Jaringan Drainase

Lokasi Tersebut Jaringan saluran berperan besar dalam mempengaruhi debit puncak dan lama berlangsungnya debit puncak tersebut. Peta jaringan drainase yang sudah ada kemudian dibandingkan dengan hasil survey langsung di lapangan

3.3 Alat Dan Bahan Penelitian

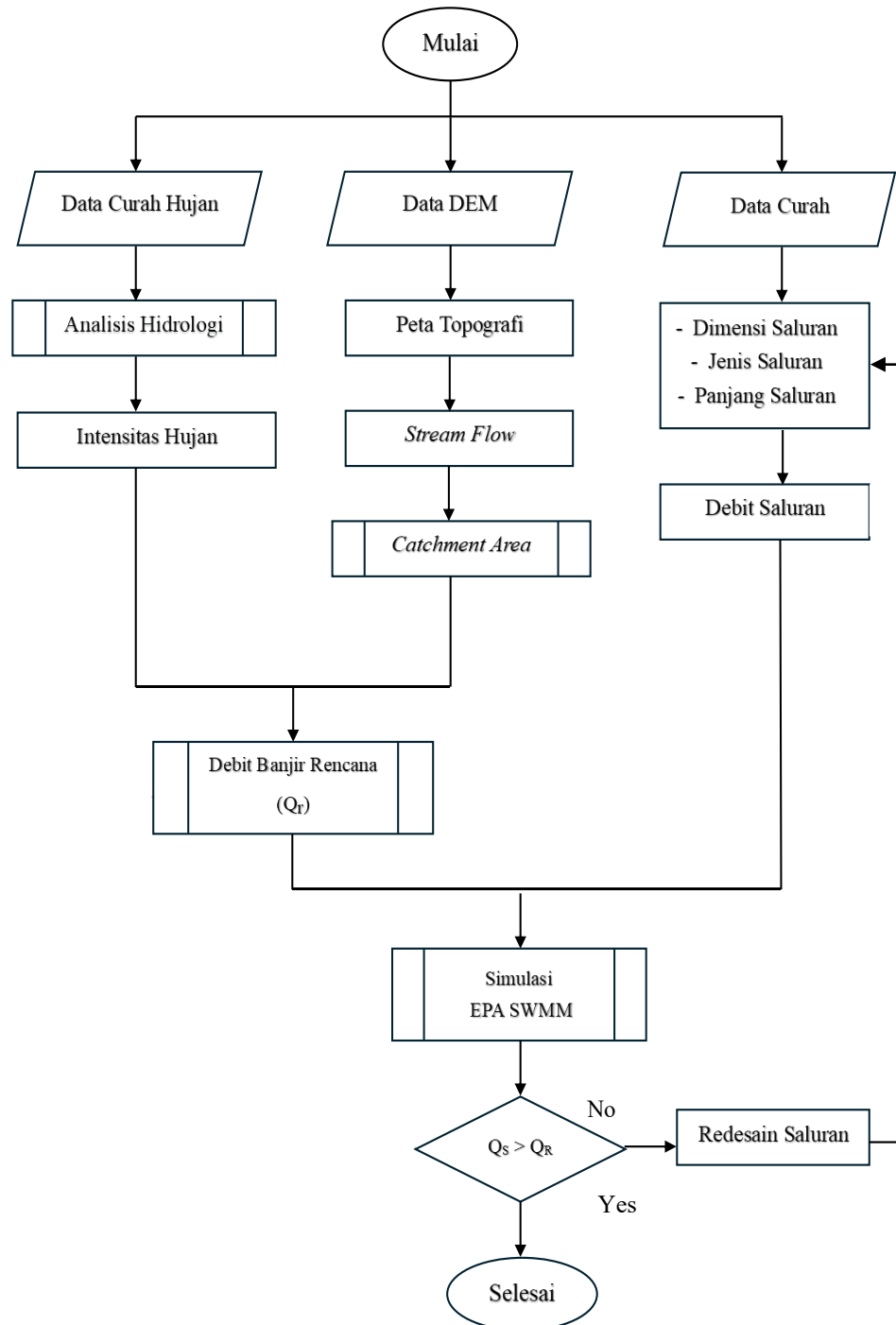
Alat dan Bahan yang dibutuhkan untuk penelitian disajikan pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Alat dan Bahan Penelitian

No	Nama Alat dan Bahan	Kegunaan
1	Rambu Ukur	Mengukur beda tinggi antara garis bidik dengan permukaan tanah
2	Laptop	Penunjang proses penelitian
3	Kamera	Dokumentasi selama penelitian
4	Aplikasi Arcgis	Membantu untuk proses analisis
5	Aplikasi EPA SWMM	Mensimulasikan Hasil Penelitian
6	Google earth	Mengaplikasikan data lapangan

3.4 Analisis Data

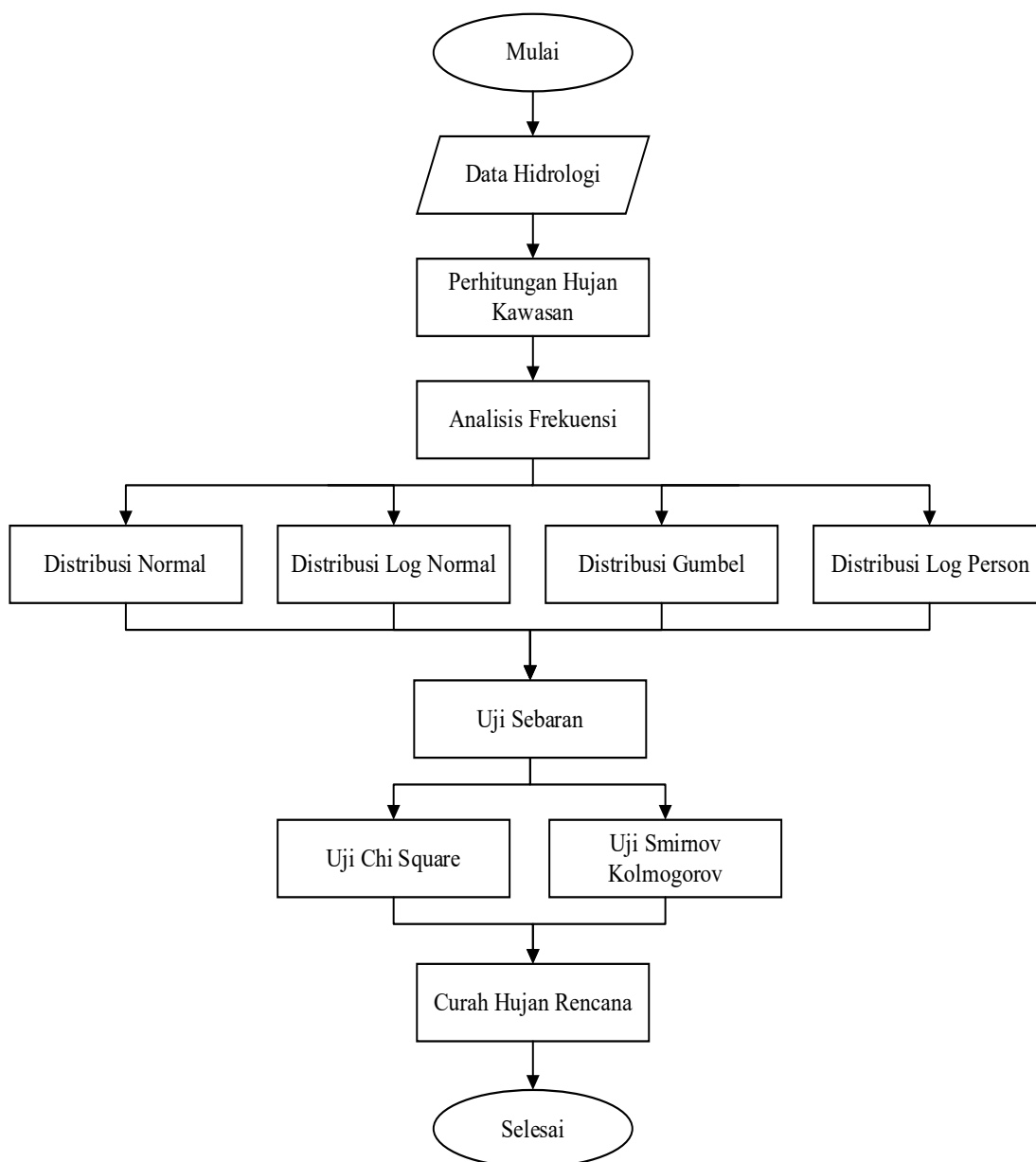
Tahap-tahap penelitian secara keseluruhan disajikan dengan diagram alur pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.2 *Flowchart Analisis Data*

3.4.1 Analisis Hidrologi

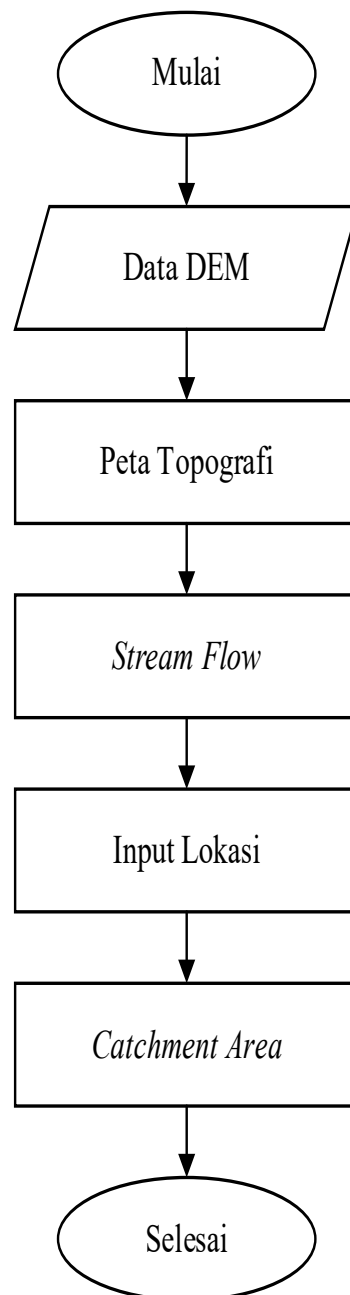
Analisis ini mempunyai tujuan untuk menghitung curah hujan rencana pada periode ulang tertentu. Periode yang digunakan dalam penelitian yaitu periode ulang kala 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun dan 50 tahun. Curah hujan rencana didapatkan dengan perhitungan curah hujan kawasan, analisis frekuensi dan uji sebaran. Tahapan–tahapan perhitungan Analisis Hidrologi disajikan dalam diagram alir berikut :



Gambar 3.3 *Flowchart* Analisis Hidrologi

3.4.2 Penentuan Daerah Tangkapan Air (Catchment Area)

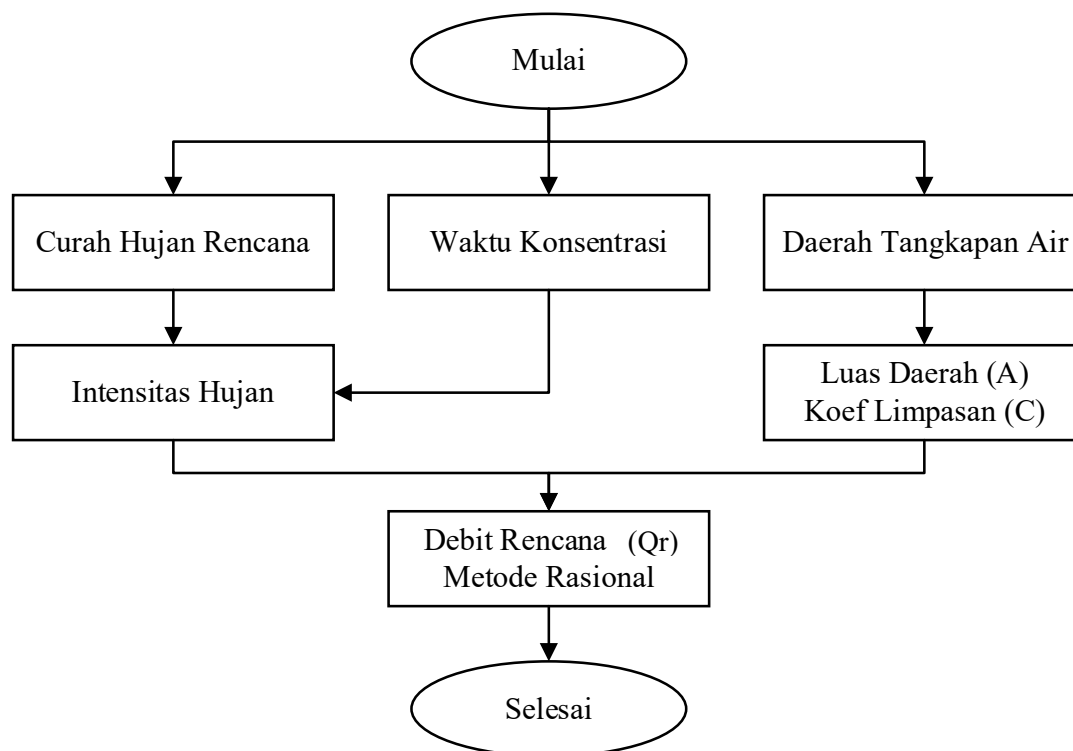
Catchment Area ditentukan dengan bantuan *software* Arcgis seperti dijelaskan dalam tinjauan pustaka untuk mengetahui luas *Catchment area* di lokasi penelitian. Tahapan-tahapan penentuan disajikan dalam diagram alir.



Gambar 3.4 *Flowchart* Penentuan *Catchment Area*

3.4.3 Analisis Debit Banjir Rencana

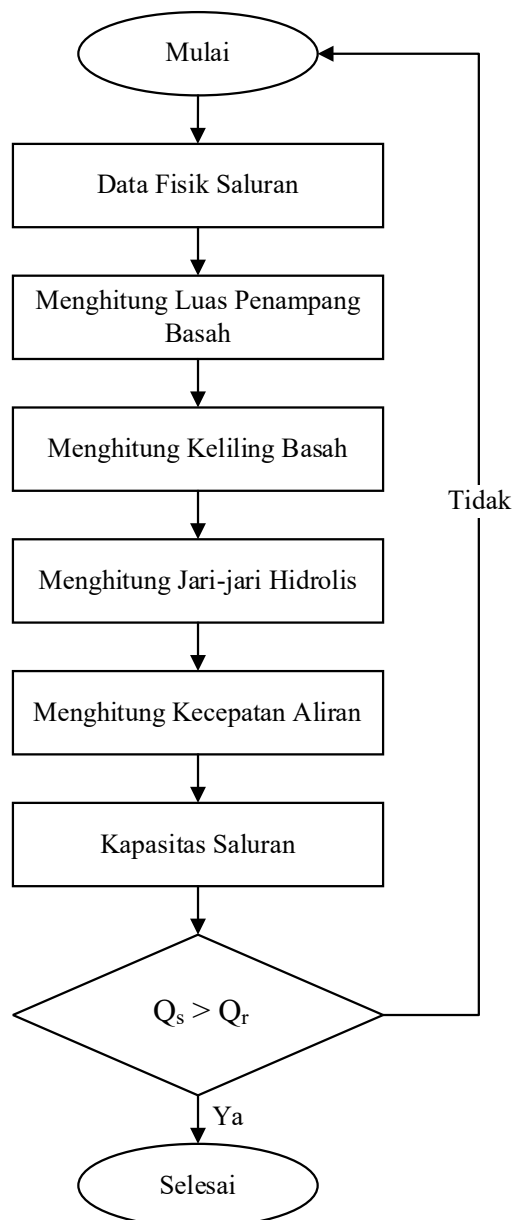
Metode rasional merupakan metode yang dipakai untuk perhitungan debit banjir rencana di mana harus diketahui nilai koefisien limpasan, luas wilayah serta intensitas hujan yang dipengaruhi oleh waktu konsentrasi. Tahap-tahap dalam perhitungan debit banjir rencana disajikan pada gambar dibawah.



Gambar 3.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana

3.4.4 Analisis Kapasitas Saluran Drainase

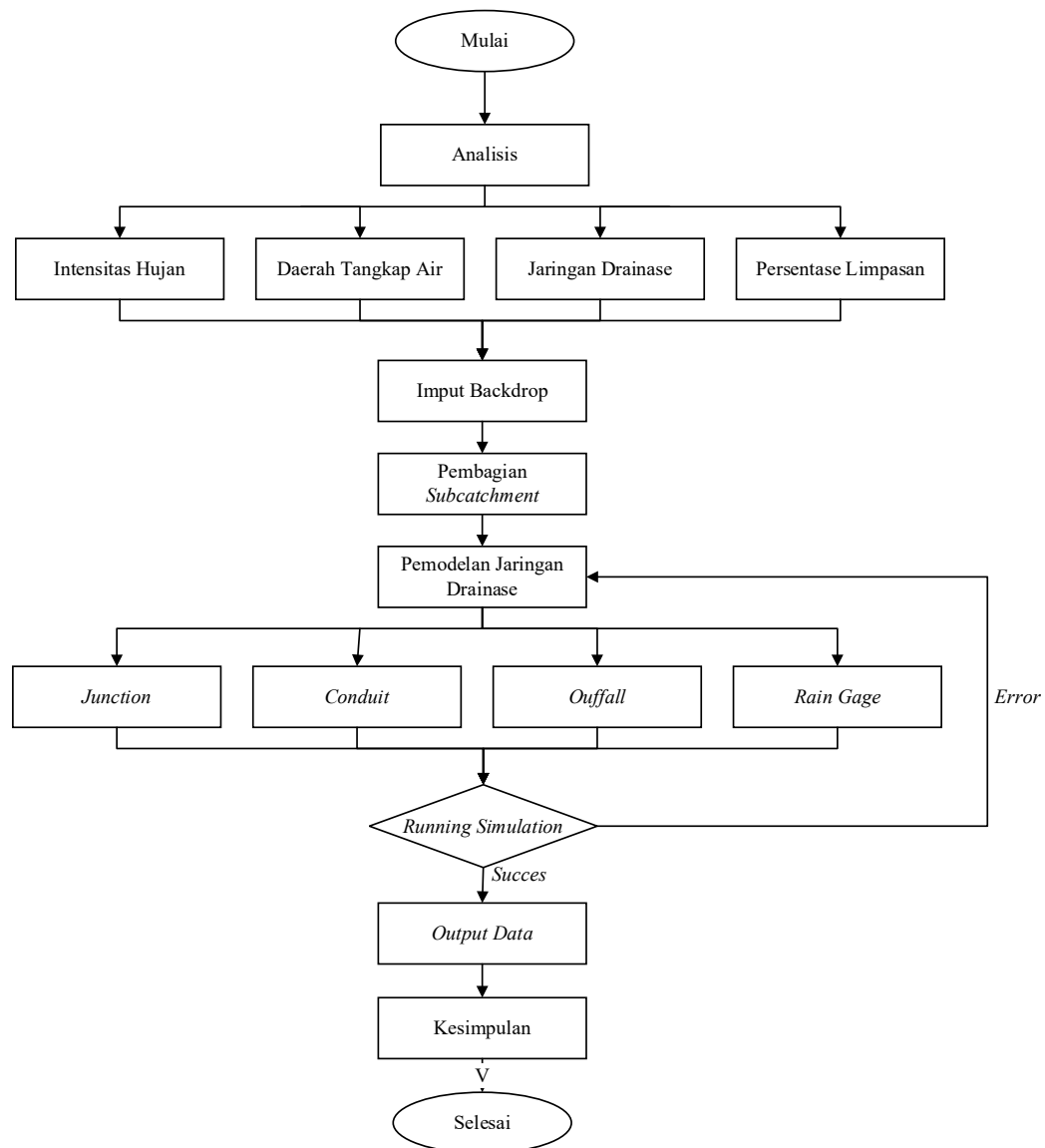
Analisis Kapasitas saluran dilakukan untuk mengetahui kapasitas saluran yang akan direncanakan mempunyai eksisting lebih besar atau lebih kecil dari debit banjir rencana. Dalam menganalisis kapasitas saluran, rumus yang digunakan yaitu rumus manning. Nilai debit banjir rencana dan saluran eksisting dibandingkan kemudian, jika nilai debit saluran eksisting lebih kecil dari debit banjir rencana, maka dapat diketahui bahwa dimensi saluran tidak dapat menampung debit limpasan yang terjadi.



Gambar 3.6 *Flowchart* Analisis Hidraulika

3.4.5 Pemodelan dengan Aplikasi EPA SWMM 5.2

Analisis menggunakan pemodelan EPA SWMM 5.2 membantu dalam menganalisis kapasitas penampang saluran dalam menampung debit limpasan dengan berbagai periode ulang tertentu. Dengan menggunakan simulasi melalui pemodelan ini maka dapat ditemukannya solusi yang tepat untuk pemecahan masalah yang terjadi di lokasi penelitian. Berikut tahapan-tahapan dalam pemodelan menggunakan program EPA SWMM 5.2.

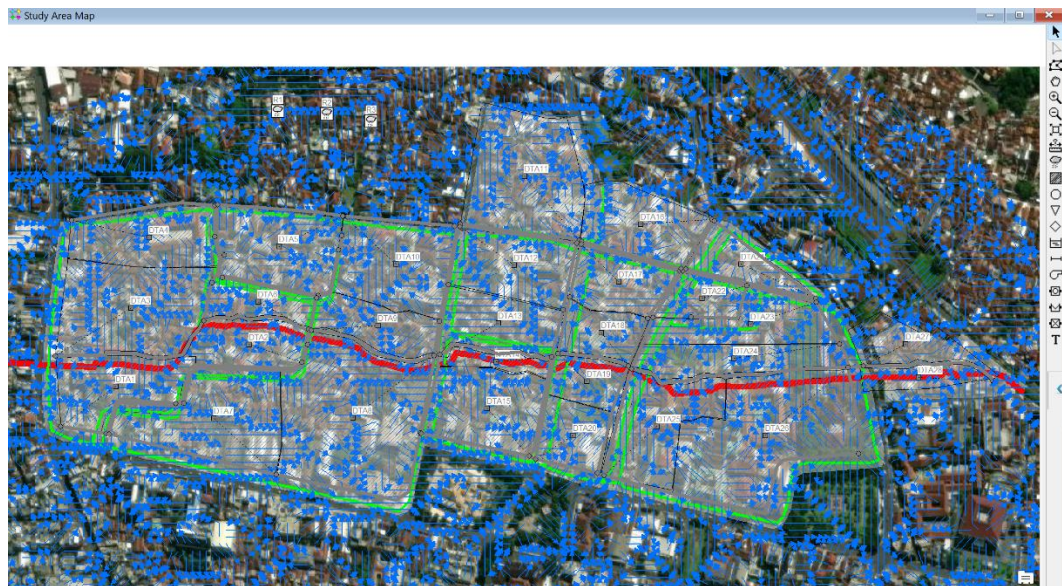


Gambar 3.7 Flowchart Simulasi EPA SWMM 5.2

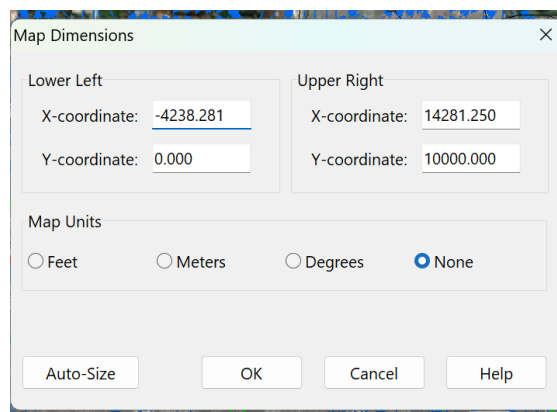
a. *Input Backdrop*

Langkah awal dalam proses pemodelan pada penelitian ini dimulai dengan membuka aplikasi SWMM. Tahap pertama yang dilakukan adalah *Input Backdrop*, yaitu memasukkan gambar lokasi objek penelitian melalui menu *View > Backdrop*. Gambar yang digunakan sebagai latar belakang (*backdrop*) ditampilkan pada Gambar 3.8. Langkah berikutnya, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.9, adalah menginput koordinat agar posisi *backdrop* sesuai dengan sistem koordinat sebenarnya. Penyesuaian ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh elemen

jaringan drainase yang akan dimodelkan berada pada lokasi yang akurat secara spasial.



Gambar 3.8 Tampilan Saat Memasukkan *Backdrop*



Gambar 3.9 Tampilan saat Memasukkan Koordinat *Backdrop*

b. Menentukan *Subcatchment*

Pembagian *subcatchment* merupakan tahap awal dalam pemodelan menggunakan SWMM. Pembagian ini dilakukan berdasarkan wilayah daerah tangkapan air (DTA) yang ditentukan dengan mempertimbangkan elevasi lahan serta arah pergerakan limpasan saat hujan terjadi. Data yang dimasukkan untuk masing-masing *subcatchment* meliputi luas area, persentase limpasan (*impervious*), persentase kemiringan lahan, lebar *subcatchment*, dan titik pembuangan aliran (*outlet*). Berdasarkan analisis peta topografi dan arah aliran limpasan menuju saluran, wilayah penelitian ini dibagi menjadi 28 *subcatchment*.

Dalam menentukan luas dan lebar *subcatchment*, digunakan bantuan perangkat lunak ArcGIS. Sementara itu, persentase kemiringan diperoleh dari data kontur wilayah Kota Tasikmalaya, dan nilai *impervious* ditentukan berdasarkan karakteristik tutupan lahan.

Tabel 3.2 Pembagian *Subcatchment*

Subcatchment	Outfall	A (ha)	Width (m)	Slope (%)	Impervious
DTA 1	J1.1	1.18	167.00	22.20	90
DTA 2	J2.1	0.89	139.41	46.00	90
DTA 3	I1	2.10	182.17	39.30	90
DTA 4	J4.1	1.34	185.00	50.00	90
DTA 5	J5.1	1.51	156.00	14.87	90
DTA 6	I3	0.62	131.00	15.00	90
DTA 7	J8.1	1.98	212.00	34.00	90
DTA 8	I5	3.24	174.00	36.00	90
DTA 9	I4	0.89	152.00	40.00	90
DTA 10	J10.1	1.61	26.00	19.00	90
DTA 11	J11.2	2.16	142.00	26.00	90
DTA 12	DVD4	1.24	149.45	28.00	90
DTA 13	I6	1.41	143.00	38.50	90
DTA 14	I7	0.31	130.00	34.00	90
DTA 15	DVD14	1.47	137.00	41.30	90
DTA 16	J16.1	1.27	130.00	36.50	90
DTA 17	DVD6	0.94	100.00	17.80	90
DTA 18	I9	0.59	89.90	27.60	90
DTA 19	I8	0.53	83.12	34.00	90
DTA 20	DVD15	0.74	81,37	45.00	90
DTA 21	J21.2	0.67	134.90	16.60	90
DTA 22	J22.1	0.56	93.52	21.30	90
DTA 23	J23.2	1.51	232.93	10.60	70
DTA 24	J24.1	0.90	258.29	34.70	70
DTA 25	DVD17	1.45	81.98	11.50	90
DTA 26	I11	2.89	198.51	22.30	70
DTA 27	I12	0.67	133.42	18.20	90
DTA 28	OUT 1	0.53	157.98	24.25	90

Subcatchment DTA1		Subcatchment DTA28	
Property	Value	Property	Value
Name	DTA1	Name	DTA28
X-Coordinate	-2316.334	X-Coordinate	12004.451
Y-Coordinate	3982.743	Y-Coordinate	4141.565
Description		Description	
Tag		Tag	
Rain Gage	R2	Rain Gage	R2
Outlet	J1.1	Outlet	OUT1
Area	1.18	Area	0.53
Width	167	Width	157.98
% Slope	22.2	% Slope	24.25
% Imperv	90	% Imperv	90
N-Imperv	0.01	N-Imperv	0.01

Gambar 3.10 Tampilan Data Subcatchment

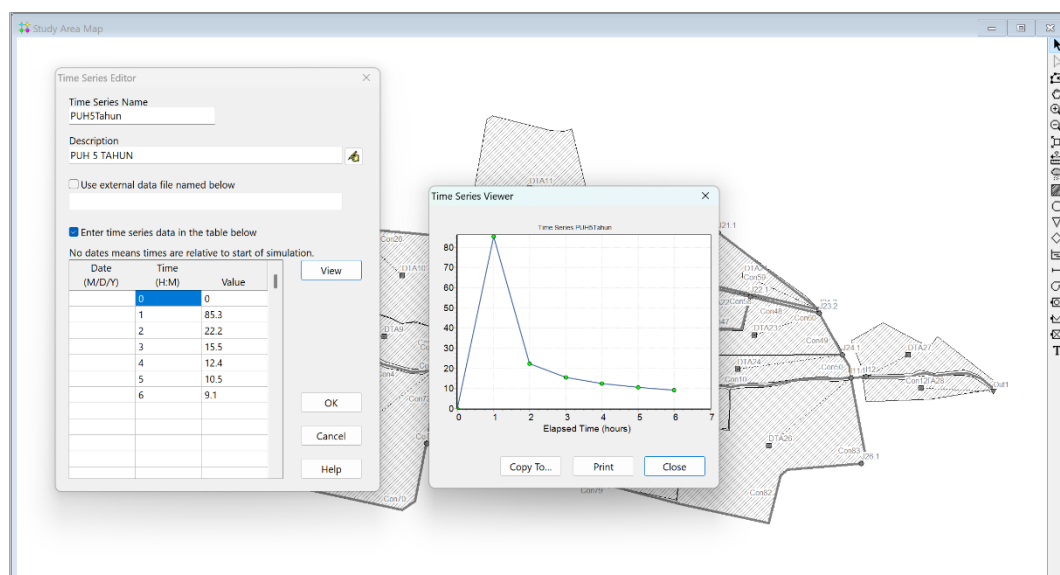
c. Pemodelan Skema Jaringan Drainase

Pemodelan didasarkan pada jaringan drainase yang ada di lapangan. Lalu objek yang dimasukkan berupa *junction* adalah data elevasi bisa dilihat pada Gambar 3.12, *conduit* adalah dimensi saluran bisa dilihat pada Gambar 3.13 dan outfalls. Data curah hujan yang telah diolah menjadi intensitas hujan jam-jaman, diinputkan sebagian *rain gage* pada *time series*, seperti pada Gambar 3.14.



Gambar 3.11 Tampilan Model Jaringan Drainase

Junction I1		Conduit Con1	
Property	Value	Property	Value
Name	I1	Name	Con1
X-Coordinate	-3394.458	Inlet Node	I1
Y-Coordinate	4522.364	Outlet Node	I2
Description		Description	
Tag		Tag	
Inflows	YES	Shape	RECT_OPEN
Treatment	NO	Max. Depth	0.74
Invert El.	356	Length	207
Max. Depth	0.75	Roughness	0.011
User-assigned name of junction		User-assigned name of Conduit	

Gambar 3.12 Tampilan Data *Junction* dan Data *Conduit*Gambar 3.13 Tampilan Data *Rain Gage* dan *Time Series*

d. Pemodelan Aliran pada Saluran Drainase (*Running Simulation*)

Setelah seluruh data dimasukkan ke dalam model, langkah selanjutnya adalah menjalankan simulasi (*running simulation*). Simulasi dianggap berhasil apabila nilai *continuity error* kurang dari 10%. Limpasan permukaan terjadi ketika intensitas curah hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah. Hasil simulasi dapat dianalisis melalui beberapa cara, yaitu melalui *status report*, tampilan *maps*, grafik, maupun *profil aliran*.

- ### 3. Perbedaan Grafik

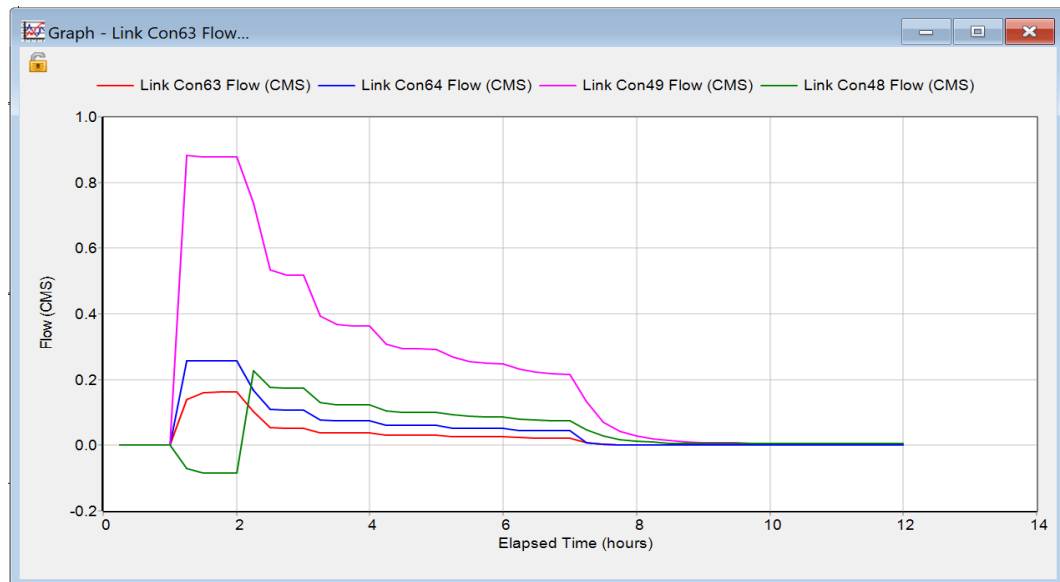


Gambar 3.15 Tampilan Simulasi

- ### 3. Perbedaan Grafik

Penggunaan grafik sangat membantu dalam memahami hasil simulasi baik untuk satu maupun beberapa objek secara menyeluruh selama periode waktu simulasi.

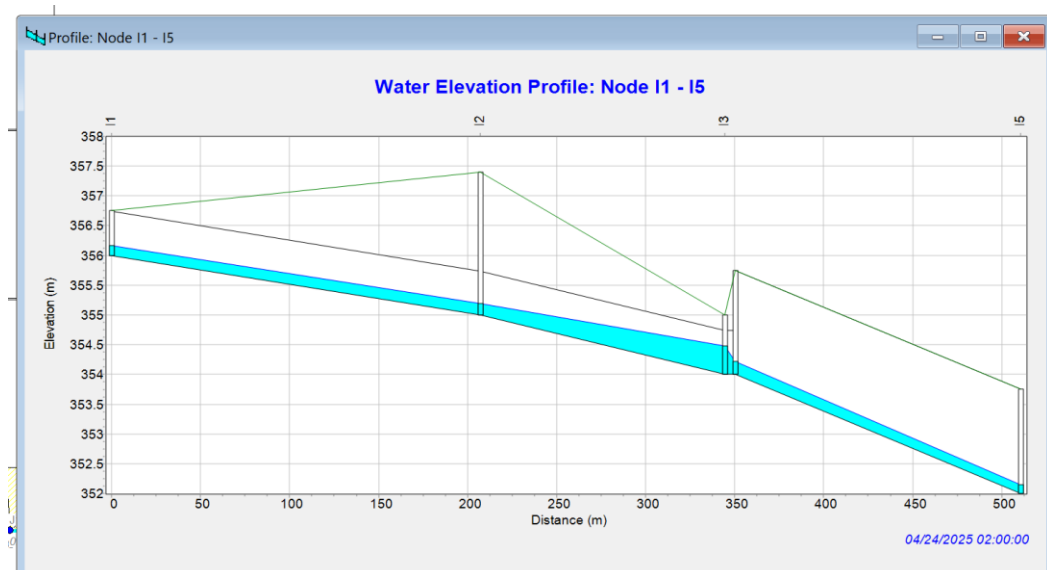
Grafik aliran dapat menunjukkan bahwa pada jam-jam tertentu, aliran dalam suatu saluran telah mencapai kapasitas maksimum, yang ditandai dengan grafik yang mendatar dan konstan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pada waktu tersebut kapasitas saluran telah terlampaui, sehingga menyebabkan terjadinya luapan (*overflow*).



Gambar 3.16 Tampilan Hasil Simulasi menggunakan Grafik

4. Profil aliran (*profil plot*)

Profil aliran menunjukkan perubahan kedalaman aliran dalam potongan memanjang saluran dan juga luapan yang terjadi pada saluran.



Gambar 3.17 Tampilan Hasil Simulasi menggunakan Profil Aliran

3.4.6 Alternatif Penanganan Banjir

Alternatif penanganan banjir dapat dilakukan jika penyebab terjadinya banjir sudah diketahui. Ada beberapa alternatif yang dapat diambil diantaranya normalisasi saluran drainase, redesain dimensi saluran drainase terutama untuk saluran pembuang yang tidak dapat menampung aliran air saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi, pembuatan kolam retensi maupun pembuatan stasiun pompa. Pada penelitian ini, solusi yang akan digunakan adalah normalisasi dan redesain saluran yang disimulasikan dengan aplikasi EPA SWMM.

3.4.6.1 Normalisasi Pemeliharaan Saluran Drainase

Normalisasi saluran dilakukan apabila dimensi saluran tidak seragam dan terjadi penyempitan di beberapa ruas tengah yang mengakibatkan pengurangan kapasitas dan menghambat laju aliran. Pemeliharaan saluran memegang peranan penting dalam penanganan banjir. Dangkalnya saluran akibat sedimentasi menyebabkan berkurangnya kapasitas saluran yang pada akhirnya berakibat banjir. Untuk itu perlu pengerukan rutin untuk menjaga kemampuan saluran dalam menghantarkan aliran air sampai ke muara (Soemantoro & Harmani, 2017).

Pemeliharaan yang paling umum dilakukan dan dapat mencegah terjadinya banjir dan genangan yaitu pengerukan sedimen. Jadwal dan langkah-langkah pengerukan sedimen ini dilakukan berdasarkan jenis dan ukuran saluran. Berikut langkah- langkah pengerukan sedimen (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia., 2014).

1. Sedimen yang mengendap di dasar saluran digali dan diangkat ke atas tanggul/tepi saluran dengan alat cangkul dan sekop;
2. Penggalan sedimen harus benar-benar bersih ke dasar saluran;
3. Jika di dalam saluran terdapat sampah, maka sampah diangkat lebih dahulu selanjutnya dilakukan pengerukan sedimen;
4. Sedimen didiamkan terlebih dahulu sampai cukup kering (kira-kira 3 jam) setelah penggalan;
5. Sedimen dan sampah dimasukkan ke dalam karung plastik yang terpisah kemudian diikat;
6. Karung sedimen diangkut ke lokasi yang telah ditentukan dengan menggunakan alat angkut kecil;

7. Karung sampah yang terkumpul diangkut ke tempat pembuangan sementara (TPS) maupun tempat pemrosesan akhir (TPA) dengan menggunakan alat angkut.

3.4.6.2 Penambahan Kapasitas Saluran

Konsep perbaikan saluran drainase didasarkan pada pendekatan prinsip dasar penanggulangan genangan, yaitu kemampuan saluran dalam menampung debit rencana yang terjadi. Perencanaan ulang saluran drainase dibutuhkan sehingga saluran drainase diharapkan mampu menampung kelebihan debit yang tidak mampu ditampung saluran eksisting. Peningkatan kapasitas pada saluran drainase dapat dilakukan dengan cara penambahan pada lebar saluran, kedalaman saluran atau kombinasi dari keduanya. Penambahan kapasitas outlet juga bisa dilakukan untuk menampung limpasan yang terjadi. Penambahan lebar saluran lebih diutamakan karena untuk menambah kedalaman harus memperhatikan muka air banjir maksimal (Suprpto M, 2018).

Perbaikan dilakukan dengan mengubah dimensi saluran drainase yang mencapai kapasitas maksimum pada jam pertama simulasi. Perencanaan ulang dilakukan dengan mencoba merencanakan lebar dan tinggi saluran sehingga didapatkan kapasitas tampungan yang cukup optimal. Perencanaan ulang saluran drainase dilakukan dengan metode coba - coba pada aplikasi SWMM 5.2 hingga mendapatkan dimensi lebar dan tinggi saluran tanpa banyak mengubah kondisi awal agar biaya yang dikeluarkan untuk renovasi saluran tidak terlalu besar. Besarnya dimensi lebar maupun kedalaman yang ditambahkan perlu diperhatikan, dengan menambah kedalaman saluran maka tinggi muka air perlu diperhatikan agar tidak terjadi aliran balik (*backwater*) terhadap saluran yang diperbaiki, sedangkan dengan menambah lebar saluran maka lebar jalan akan berkurang sehingga sebaik mungkin dihindari.

Selain menggunakan Metode Rasional untuk merencanakan dimensi saluran yang mampu mengalirkan debit air yang ada, dimensi saluran juga dapat direncanakan secara langsung dalam program SWMM dengan cara mengiterasi dimensi saluran dalam program tersebut hingga saluran tersebut dapat mengalirkan debit air tanpa terjadi limpasan (Fairizi Dimitiri, 2015).

Data lebar dan tinggi saluran yang telah dilakukan perbaikan selanjutnya digunakan dalam SWMM 5.2 untuk dilakukan simulasi ulang. Simulasi ulang dilakukan untuk mengetahui kondisi model jaringan drainase setelah perbaikan dilakukan. Perbaikan saluran drainase dianggap berhasil apabila tidak ada saluran yang berwarna merah atau ungu pada jam pertama (Kartiko Lutfhi & Budi R.S, 2018).