

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Objek Penelitian

Wilayah kajian terdapat di Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung pada kawasan Cawang, khususnya di pemukiman warga yang berada di Jalan Tanjung Sanyang, Kecamatan Kramat Jati, Jakarta Timur, DKI Jakarta. Tujuan penelitian ini untuk menentukan kinerja kolam retensi yang direncanakan sebagai strategi penanggulangan banjir. Pada penelitian ini digunakan enam titik stasiun hujan, yaitu Stasiun Hujan Citeko, Stasiun Hujan Cawang, Stasiun Hujan Gadog, Stasiun Hujan Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Stasiun Hujan Cibinong, dan Stasiun Hujan Gunung Mas.



Gambar 3. 1 Objek Penelitian dengan *Google Eart Pro*  
Sumber: Dioleh peneliti (2024)

#### 3.2. Variabel Penelitian

Variabel penelitian mencakup semua elemen yang diidentifikasi oleh peneliti untuk dikaji guna mengumpulkan informasi dan mencapai kesimpulan. Variabel yang digunakan pada penelitian ini merupakan informasi mendukung penerapan dan efektivitas kolam retensi di sepanjang Sungai Ciliwung untuk wilayah Cawang, Jakarta Timur yang terdampak banjir. Beberapa komponen utama yang menjadi fokus analisis penelitian ini meliputi kajian hidrologi, yang meliputi periode ulang debit banjir dan kapasitas tampung kolam retensi.

### 3.3. Pengumpulan Data

Data primer dan sekunder merupakan dua kategori data yang dibutuhkan untuk penelitian. Data yang digunakan dan cara pengumpulannya dijelaskan di bawah ini.

#### A. Data Primer

Data primer mengacu pada informasi yang dikumpulkan peneliti secara langsung dari orang-orang yang terlibat dalam subjek tertentu. Biasanya, informasi ini dikumpulkan melalui wawancara, kuesioner, eksperimen, dan observasi langsung. Data primer yang dikumpulkan meliputi:

1. Observasi

Observasi melibatkan pengumpulan informasi melalui pengamatan langsung di lingkungan yang diteliti. Dalam penelitian ini, observasi akan dilakukan melalui survei lokal, dokumentasi, dan pencatatan kondisi yang ada di wilayah penelitian.

2. Wawancara

Wawancara merupakan metode pengumpulan data melalui interaksi lisan untuk mengumpulkan wawasan dan informasi. Dalam penelitian ini, wawancara dilakukan dengan masyarakat di wilayah Cawang mengenai seringnya banjir yang melanda wilayah tersebut.

#### B. Data Sekunder

Data sekunder adalah informasi yang sudah ada dan dikumpulkan dari sumber lain untuk digunakan dalam penelitian. Jenis data ini dapat berasal dari berbagai sumber seperti jurnal, catatan sensus, artikel, publikasi pemerintah, e-book, dan lain-lain.

1. Peta topografi

Peta topografi menggambarkan tata letak permukaan bumi, menunjukkan fitur-fitur seperti ketinggian, sudut, dan bentuk. Peta-peta ini memiliki garis dan berbagai warna untuk mewakili berbagai ketinggian. Dalam penelitian ini, peta dibuat menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM).

## 2. Data curah hujan

Data curah hujan mengukur banyaknya air hujan yang jatuh di permukaan tanah, dicatat dalam satuan milimeter (mm). Data ini dihitung berdasarkan asumsi bahwa hujan tidak menguap, meresap ke dalam tanah, atau mengalir. Dalam penelitian ini, data curah hujan bersumber dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).

## 3. Potongan Melintang dan Memanjang Sungai

Informasi mengenai penampang sungai dan penampang memanjang dapat diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane (BBWS) dengan menggunakan DEM Nasional untuk penyalarsan penampang melintang dan penampang memanjang. Bagian ini memberikan tampilan samping sungai untuk menunjukkan ketinggian dari suatu jarak.

### 3.4. Pengolahan Data

Pengelolaan data melibatkan konversi data lapangan yang dikumpulkan dari alat pengumpulan data menjadi informasi yang jelas dan bermakna, baik dalam bentuk kualitatif maupun kuantitatif, yang memungkinkan penarikan kesimpulan dari temuan penelitian. Langkah ini penting dalam penelitian untuk menciptakan desain kolam retensi yang andal dan seragam. Langkah-langkah selanjutnya untuk memproses data dalam perencanaan kolam retensi adalah sebagai berikut:

#### 3.4.1. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS)

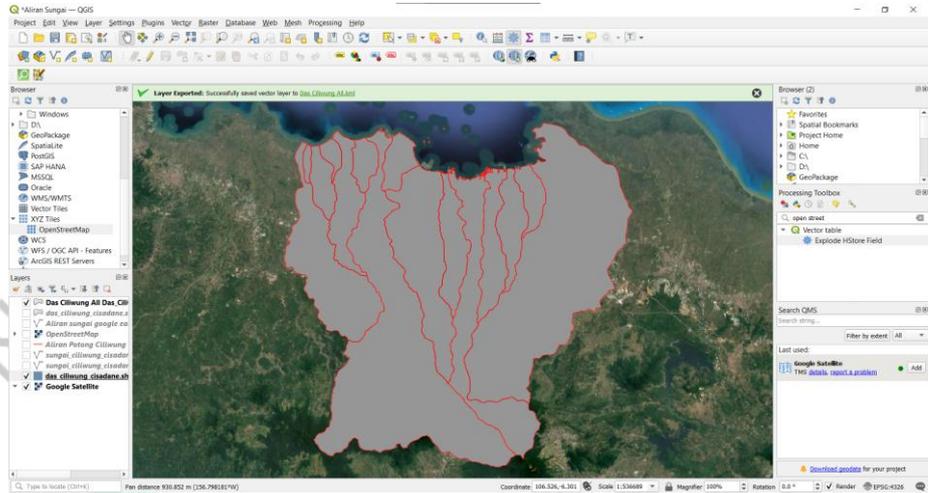
Langkah pertama adalah mengidentifikasi Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan mengunduh Peta Digital Elevation Model (DEM) dari situs resmi *tanahair.indonesia.go.id*.

##### 1. Menentukan Karakteristik DAS

###### A. *Input* sub-DAS berdasarkan DEMNAS

Sub-DAS tersebut bersumber dari Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (DEMNAS) yang dapat ditemukan di situs web *tanahair.indonesia.go.id*. Sub-DAS tersebut

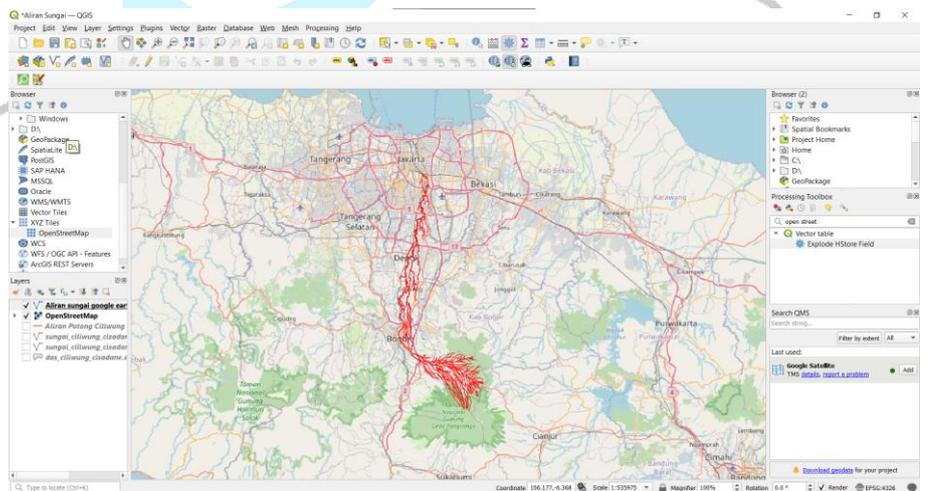
memberikan informasi tentang topografi, dan banyak sub-DAS dapat dikenali secara otomatis. Pemilihan Daerah Aliran Sungai (DAS) untuk penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis Kuantum (QGIS) versi 3.20.0.



Gambar 3. 2 Tampilan Wilayah DAS Ciliung Cisadane menggunakan Aplikasi Qgis  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

## B. Tracing alur Sungai Ciliung

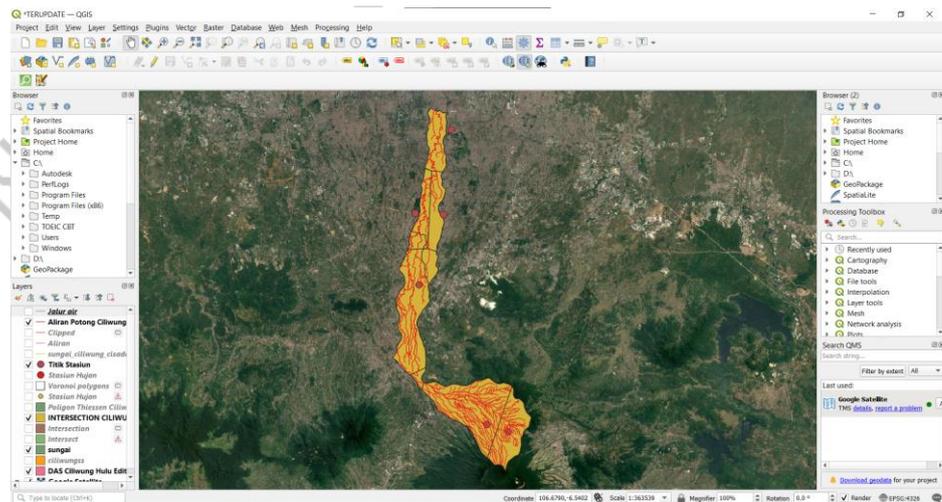
Langkah selanjutnya adalah menelusuri alur sungai. Dimana pada langkah ini dapat menggunakan fitur *quick map service* atau opsi layanan peta cepat di bagian menu *open street map* untuk melihat aliran sungai. Untuk melakukan penelusuran, gunakan fitur edit – *add line feature* seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3. 3 Tracing Alur Sungai Ciliung pada Aplikasi QGIS  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

### C. Menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS)

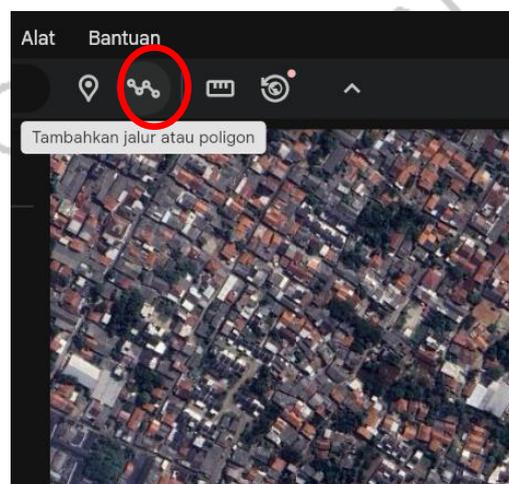
Untuk mengidentifikasi DAS Ciliwung yang akan diteliti, sub-DAS yang bukan bagian dari penelusuran aliran Sungai Ciliwung dikecualikan. Berdasarkan hasil penelusuran, aliran sungai dan anak-anak sungainya dapat digabungkan menggunakan fitur dissolve di QGIS, seperti yang diilustrasikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. 4 DAS Ciliwung pada Aplikasi QGIS  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

### D. Membuat Polygon

Cari lokasi area yang ingin Anda temukan dengan membuka program Google Earth Pro di situs web. Seperti yang terlihat pada Gambar 3.5, pilih opsi "Tambahkan Poligon" dari bilah menu.



Gambar 3. 5 Menu Polygon pada Google Earth Pro  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

### E. Setting Polygon

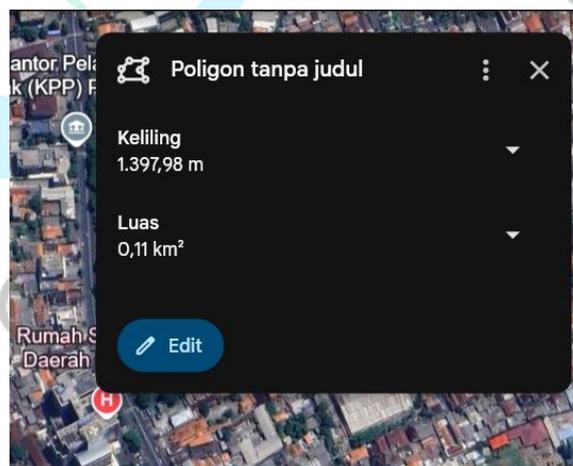
Setelah itu, Anda dapat melanjutkan dengan menguraikan bentuk wilayah yang ingin Anda hitung luasnya, lalu pilih warna untuk membedakan berbagai area yang sedang diselidiki.



Gambar 3. 6 Polygon area yang diteliti  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

### F. Hasil Luas Area

Selanjutnya untuk mengetahui luas wilayahnya, dapat memilih bentuk yang telah dibuat, maka akan diperoleh hasil pengukuran luas wilayah Cawang yaitu 107.971,95 m<sup>2</sup> atau 0.11 km<sup>2</sup> seperti pada (Gambar 3.7).

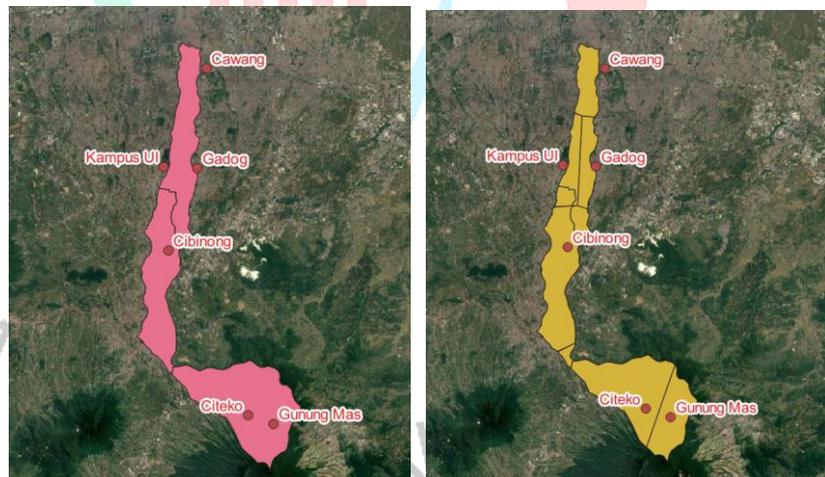


Gambar 3. 7 Luas Kawasan Cawang pada Google Earth Pro  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

## 2. Analisis Rasio Pengaruh Stasiun Hujan terhadap DAS Ciliwung

### A. Penentuan Titik Stasiun Hujan dan Pengaruh Metode Poligon Thiessen

Dalam memilih stasiun hujan yang mempengaruhi suatu DAS dapat dilihat dari stasiun hujan yang terletak tidak jauh dari DAS tersebut. Penentuan titik lokasi stasiun hujan merupakan bagian penting untuk memastikan data curah hujan yang di dapat menggambarkan distribusi hujan di suatu wilayah. Dalam aplikasi QGIS, untuk mengidentifikasi lokasi stasiun curah hujan dapat menggunakan *add point feature* pada menu. Setelah mengidentifikasi titik-titik tersebut, metode Poligon Thissen dapat digunakan untuk memastikan tingkat dampak pada setiap stasiun curah hujan. Fitur Poligon Thiessen ini berada di bagian menu – *vector – geometry tools – voronoi polygon*. Selanjutnya pada bagian *buffer region* masukkan nilai hingga Poligon Thissen mencakup seluruh wilayah DAS.



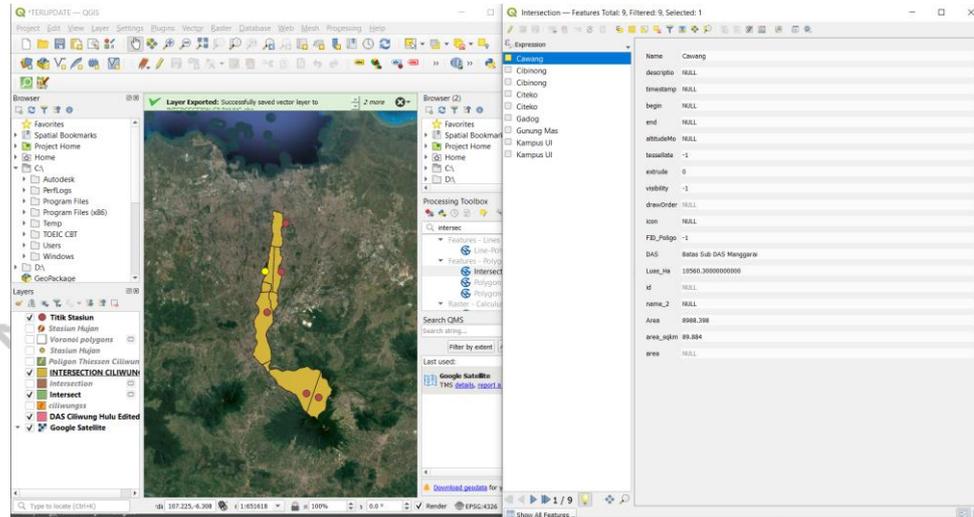
Gambar 3. 8 Penentuan Titik Stasiun Hujan dan Pembuatan Poligon Thiessen pada aplikasi QGIS

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

### B. Rasio Pengaruh Stasiun Hujan terhadap DAS

Dengan membandingkan luas wilayah yang dicakup oleh setiap stasiun curah hujan dengan luas keseluruhan Daerah Aliran Sungai (DAS), rasio pengaruh stasiun curah hujan dapat dinilai. Hal ini dapat dilakukan di QGIS dengan menggunakan

menu *open attribute table* pada layer DAS – *open calculator*, dan masukkan rumus “\$area”. Curah hujan di suatu wilayah kemudian dapat ditentukan menggunakan rasio pengaruh stasiun curah hujan yang dihasilkan.



Gambar 4. 2 Rasio Pengaruh Stasiun Hujan terhadap DAS  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Tabel 3. 2 Rasio Pengaruh Stasiun Hujan terhadap DAS Ciliwung

Nama Stasiun	Luas Pengaruh (km <sup>2</sup> )	Rasio Pengaruh Hujan
Cawang	89.884	0.132
Cibinong	186.956	0.275
Citeko	112.213	0.165
Gunung Mas	15.137	0.022
Gadog	89.884	0.132
FT UI	186.954	0.275
<b>TOTAL</b>	<b>681.028</b>	<b>1</b>

Sumber: Diolah oleh Penulis (2024)

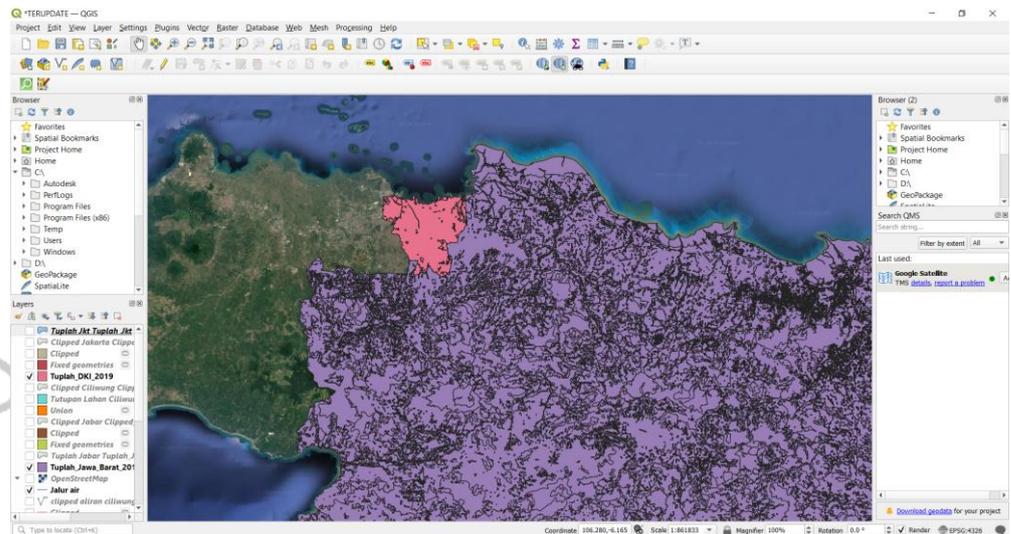
### 3. Menentukan Tutupan Lahan DAS Ciliwung

#### A. Mengunduh *Shapefile* Tutupan Lahan

Untuk memahami tutupan lahan di Daerah Aliran Sungai Ciliwung, Anda memerlukan *shapefile* tutupan lahan (SHP), yang dapat diunduh dari situs web Geospasial Indonesia. Shapefile berfungsi sebagai alat yang berharga untuk menganalisis dan melacak transformasi perkotaan, serta memprediksi perubahan lanskap di masa mendatang. Berkas-berkas ini selanjutnya dapat digunakan dalam QGIS.

## B. Melihat Tutupan Lahan untuk DAS Ciliwung

Penelitian ini memanfaatkan informasi tentang penggunaan lahan dari dua wilayah: Jawa Barat dan Jakarta. Jelas bahwa kedua wilayah ini memiliki dampak yang signifikan terhadap tutupan lahan di Daerah Aliran Sungai Ciliwung.



Gambar 3. 9 Tampilan Land Satellite  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Berkas .shp menyimpan sejumlah besar data tutupan lahan yang terletak di luar Daerah Aliran Sungai Ciliwung. Untuk mengidentifikasi tutupan lahan yang dibutuhkan di Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat menggunakan menu *Vector – Geoprocessing Tools - Clip* kemudian pada bagian input layer pilih *Layer Buid Virtual* sedangkan *Shapefile* bentuk DAS sebagai *Mask Layer*.

## C. Membuat Jenis Tutupan Lahan

Tutupan lahan hadir dalam berbagai bentuk, seperti hutan, sawah, ruang terbuka, semak belukar, dan banyak lagi. Dalam software QGIS 3.20, menu yang digunakan yaitu SCP – *Dock Panel – Create a ROI Polygon* dengan menggunakan *plugin Semi Automatic Classification*. Dengan bantuan *ROI Polygon* jenis tutupan lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat dipilih dan dilihat.

Langkah selanjutnya menggunakan menu *SCP – Hand Processing – Classification – Use MC IC – Run* untuk memastikan jenis tutupan lahan di DAS Ciliwung.



Gambar 3. 10 Tutupan Lahan DAS Ciliwung pada aplikasi QGIS 3.20  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

#### D. Mengetahui Koefisien Tutupan Lahan Aliran Permukaan

Setelah mengidentifikasi berbagai jenis tutupan lahan yang diilustrasikan pada Gambar 4.11, luas setiap kategori tutupan lahan dapat dihitung. Luas setiap tutupan lahan dapat ditentukan dengan menggunakan opsi QGIS ROI - *Calculator* -  $\$area$ . Luas yang dihitung untuk setiap tutupan lahan kemudian dianalisis untuk menentukan koefisien limpasan permukaan. Informasi ini disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 3. 3 Koefisien Aliran Permukan DAS Ciliwung

No.	Tutupan Lahan	Ci	A (km <sup>2</sup> )	A (%)	Ci x A	$\sum_{i=1}^n \frac{Ci \cdot Ai}{Ai}$
1	Pemukiman	0.75	183.127	54.127	137.345	0.447889933
2	Tanah Terbuka	0.2	0.112	0.033	0.022	
3	Pertanian Lahan Kering	0.1	26.398	7.803	2.640	
4	Pertanian Lahan Kering Campur	0.1	7.182	2.123	0.718	
5	Sawah	0.15	15.008	4.436	2.251	
6	Hutan Lahan Kering Primer	0.02	4.228	1.250	0.085	

No.	Tutupan Lahan	Ci	A (km <sup>2</sup> )	A (%)	Ci x A	$\sum_{i=1}^n \frac{Ci \cdot Ai}{Ai}$
7	Hutan Lahan Kering Sekunder	0.03	26.912	7.954	0.807	
8	Hutan Tanaman	0.05	63.531	18.778	3.177	
9	Belukar	0.2	0.819	0.242	0.164	
10	Perkebunan	0.4	10.694	3.161	4.278	
11	Badan Air	0.15	0.318	0.094	0.048	
<b>TOTAL</b>			<b>338.33</b>	<b>100</b>	<b>151.535</b>	

Sumber: Diolah Oleh Penulis (2024)

### 3.4.2. Menentukan Curah Hujan Maksimum Harian

Langkah selanjutnya adalah menentukan curah hujan rancangan. Untuk menemukannya, kita memerlukan informasi curah hujan harian tertinggi terlebih dahulu. Proses ini dilakukan untuk menghitung curah hujan selama 25, 50, dan 100 tahun. Informasi ini digunakan untuk menilai aliran air dalam studi EPA SWMM.

### 3.4.3. Pengolahan Data Parameter Statistik

Tahap ini digunakan untuk mengidentifikasi parameter statistik. Hasil perhitungan ini menghasilkan informasi curah hujan maksimum berdasarkan jenis distribusinya. Jenis distribusi yang digunakan meliputi Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson Tipe III. Rumus 2.5 hingga 2.9 dapat digunakan dalam pengujian ini.

### 3.4.4. Menentukan Uji Kecocokan Sebaran

Uji kesesuaian distribusi digunakan untuk mengevaluasi data dari hasil uji sebelumnya. Uji kesesuaian distribusi dalam analisis hidrologi dibagi menjadi tiga kategori: Uji Chi-Square, Uji Grafis, dan Uji Smirnov-Kolmogorov. Uji ini dapat menggunakan rumus 2.22 hingga 2.25. Uji Smirnov-Kolmogorov digunakan dalam studi ini untuk melakukan uji kesesuaian distribusi karena mudah digunakan dan dipahami. Kita dapat menggunakan Uji Smirnov untuk menentukan jenis distribusi yang paling sesuai dengan data hidrologi.

### 3.4.5. Perhitungan Data Intensitas Hujan

Tahap perhitungan data intensitas curah hujan dilakukan untuk menentukan debit banjir yang diantisipasi. Penelitian ini menggunakan teknik Mononobe. Rumus untuk metode Mononobe disajikan pada Persamaan 2.25.

### 3.4.6. Perhitungan Data Debit Banjir

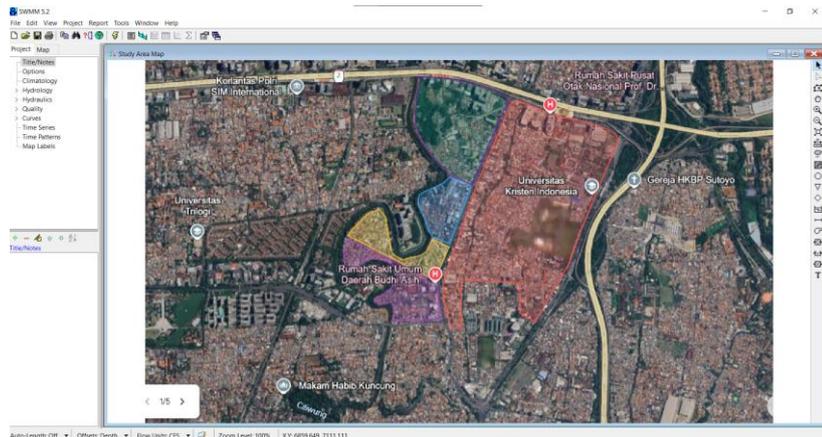
Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui besaran kapasitas kolam retensi yang dibangun. Terdapat beberapa metode untuk mencari data debit banjir seperti HSS Snyder, HSS SCS, HSS Nakayasu, Rasional, dan lain sebagainya. Pada tahapan ini menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu.

### 3.4.7. Pengolahan Data Analisis Hidrolika dengan EPA SWMM

Setelah informasi debit yang diharapkan terkumpul, informasi tersebut akan dianalisis menggunakan perangkat lunak EPA SWMM. Informasi yang dibutuhkan untuk mengevaluasi kinerja kolam retensi terdiri dari data debit banjir untuk periode 25, 50, dan 100 tahun. Perangkat lunak EPA SWMM digunakan untuk memeriksa kolam retensi dan debit banjir untuk periode-periode tersebut.

#### A. Memasukkan *Backdrop*

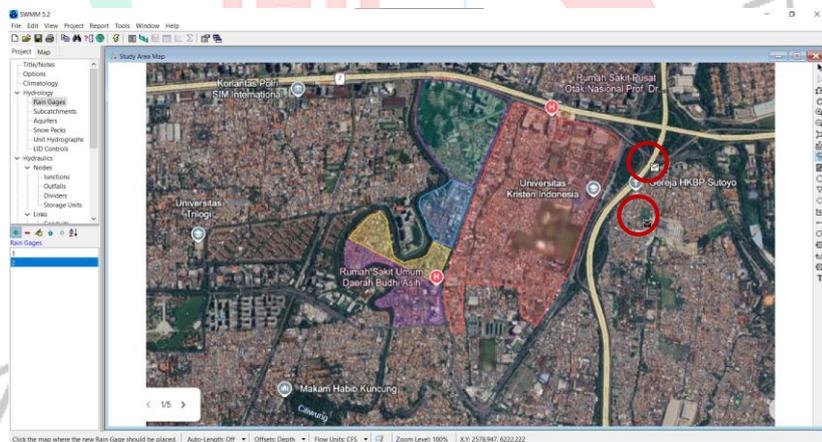
Langkah awal dalam pemodelan yaitu memasukkan *backdrop* dengan memilih simbol *view* lalu pilih *backdrop* kemudian pilih gambar yang didapatkan dari Google Earth Pro dan klik *Load*. Hasil input *backdrop* dapat dilihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3. 11 Tampilan Backdrop pada Aplikasi EPA SWMM  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

## B. Membuat Objek *Rain Gage*

Informasi curah hujan dari satu atau lebih sub-DAS dicatat menggunakan alat ukur hujan di EPA SWMM. Letakkan alat ukur hujan di luar sub-DAS dengan mengklik ikon alat ukur hujan yang berbentuk awan. Dua alat ukur hujan digunakan dalam penelitian ini, satu di persimpangan dan satu di sub-DAS.

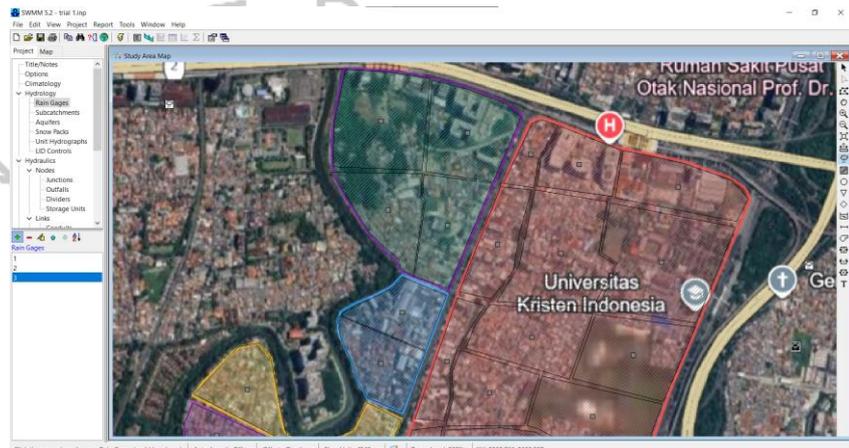


Gambar 3. 12 Penambahan Rain Gage  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Setelah objek *rain gage* ditambahkan, langkah selanjutnya adalah memasukkan informasi ke dalam *section time series* dengan memasukkan hasil perhitungan intensitas hujan yang ditunjukkan pada Tabel 4.18 sesuai periode ulang 25, 50, dan 100 tahun.

### C. Membuat Objek *Subcatchment*

Tindakan selanjutnya adalah membentuk objek sub-DAS dengan memilih ikon sub-DAS, lalu menggambar poligon yang membatasi wilayah yang diinginkan. Dalam penelitian ini, terdapat total 43 sub-DAS. Hasil dari pembuatan sub-DAS dapat dilihat pada Gambar 3.13, yang menunjukkan sub-DAS dalam EPA SWMM 5.2.



Gambar 3. 13 Pembuatan Objek Subcatchment pada Aplikasi EPA SWMM  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

Property	Value	Property	Value
Name	6	Dstore-Imperv	0.05
X-Coordinate	8020.607	Dstore-Perv	0.05
Y-Coordinate	7911.695	%Zero-Imperv	25
Description		Subarea Routing	OUTLET
Tag		Percent Routed	100
Rain Gage	1	Infiltration Data	HORTON
Outlet	117	Groundwater	NO
Area	5	Snow Pack	
Width	500	LID Controls	0
% Slope	0.5	Land Uses	0
% Imperv	60	Initial Buildup	NONE
N-Imperv	0.01	Curb Length	0
N-Perv	0.1	N-Perv Pattern	
Dstore-Imperv	0.05	Dstore Pattern	
Dstore-Perv	0.05	Infil. Pattern	
Average surface slope (%)		Optional monthly pattern that adjusts infiltration rate	

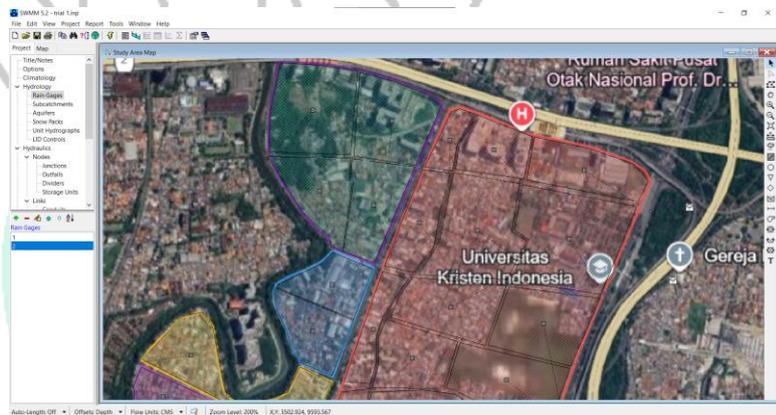
Gambar 3. 14 Input Data Objek Subcatchment pada EPA SWMM 5.2  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

### D. Membuat Model Jaringan

- *Junction* dan *Outfalls*

Model jaringan yang perlu dikembangkan adalah yaitu *junction*. *Junction* adalah titik pertemuan atau koneksi beberapa saluran (*conduit*). Dalam sistem drainase, *junction*

dapat menandakan lokasi pertemuan saluran permukaan, titik masuk, atau titik pembuangan sistem. *Outfall* merupakan titik Titik pembuangan berfungsi sebagai titik akhir dalam sistem drainase. Objek *junction* dengan memilih ikon persimpangan dari menu dan menempatkannya di titik pertemuan saluran dalam model sub-DAS. Titik pembuangan terletak di lokasi pembuangan akhir. Hasil simulasi persimpangan dan titik pembuangan ditampilkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3. 15 Tampilan Objek Junction dan Outfall pada SWMM 5.2  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

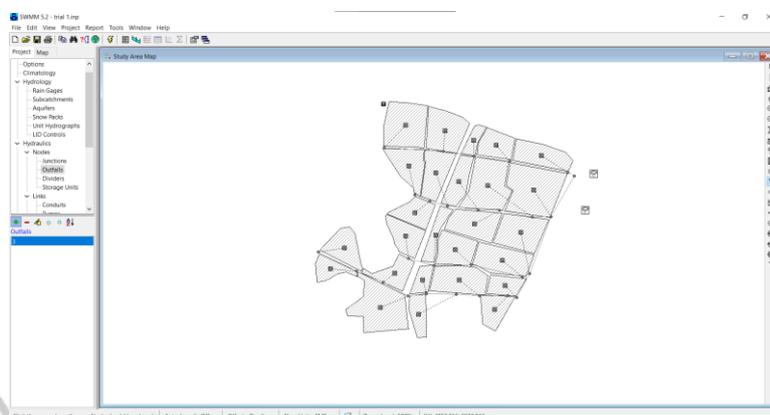
Property	Value
Name	60
X-Coordinate	2538.012
Y-Coordinate	3464.912
Description	
Tag	
Inflows	YES
Treatment	NO
Invert EL	15
Max. Depth	0
Initial Depth	0
Surcharge Depth	0
Ponded Area	0
User-assigned name of junction	

Gambar 3. 16 Tampilan Data Input Junction pada EPA SWMM 5.2  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

- *Conduit*

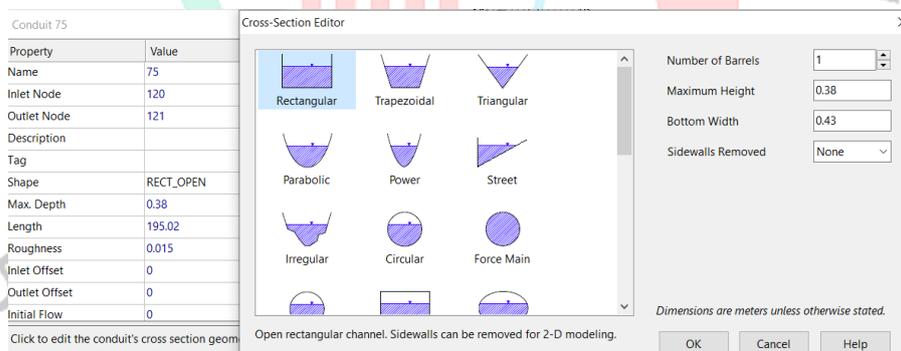
Model jaringan selanjutnya yaitu *conduit*. *Conduit* yaitu penghubung saluran *junction* ke *junction* lainnya atau *junction* ke *outfall*. Untuk pemodelan *conduit*, klik ikon *junction* lalu pilih *junction* yang akan dihubungkan dengan *junction* lain ataupun dihubungkan dengan *outfall* yang berada di akhir

model jaringan. Hasil dari model jaringan conduit bisa dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3. 17 Tampilan Objek Conduit pada SWMM 5.2  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

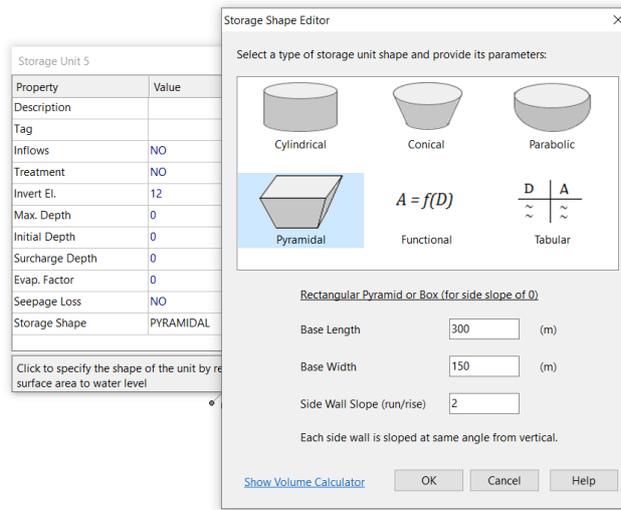
Langkah selanjutnya adalah mengisi item saluran dengan data, seperti bentuk saluran, kedalaman maksimum, panjang saluran, dan kekerasan saluran atau koefisien Manning. Koefisien Manning yang digunakan adalah 0,015. Hasil input data saluran ditampilkan pada Gambar 3.18.



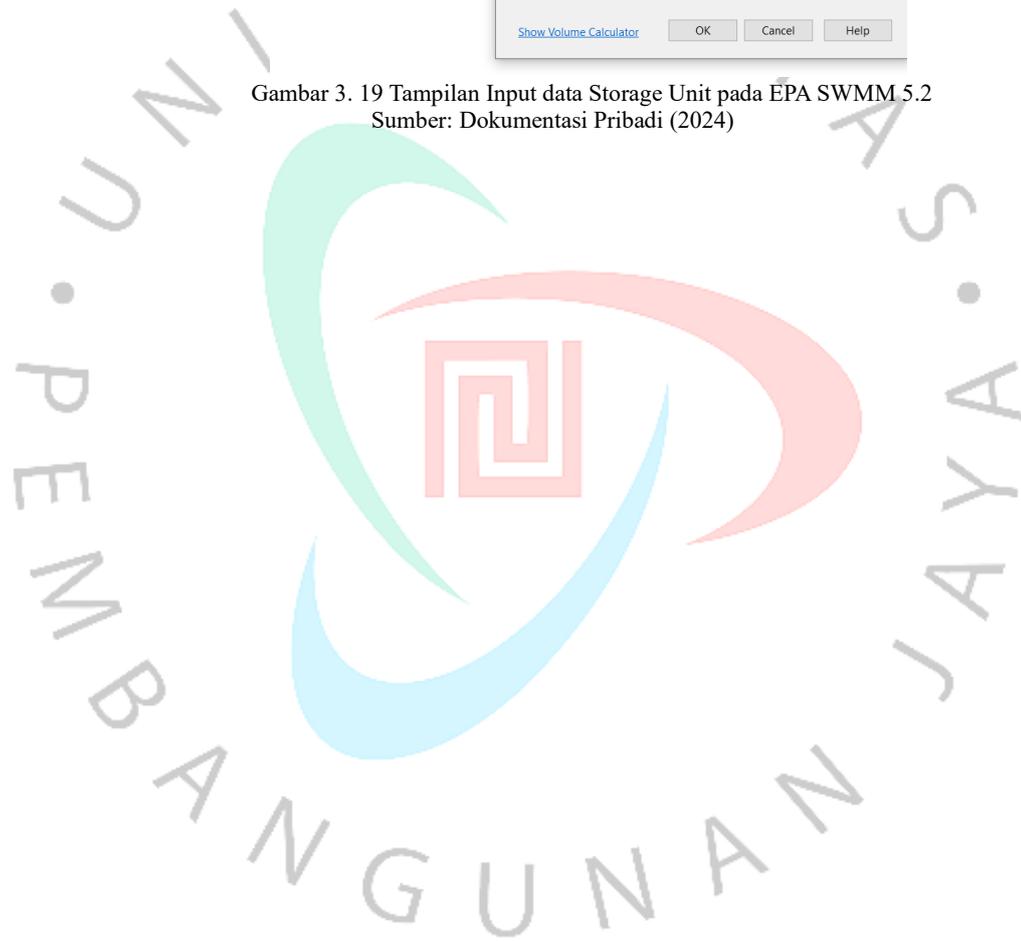
Gambar 3. 18 Tampilan Input Data Conduit pada EPA SWMM 5.2.  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)

### E. Membuat *Storage Unit* (Kolam Retensi)

Desain jaringan akhir mencakup pembentukan kolam retensi untuk membantu pengendalian banjir di lokasi studi. Untuk menyiapkan model unit penyimpanan, pilih simbol unit penyimpanan dan posisikan di lahan kosong yang telah ditentukan untuk kolam retensi. Anda dapat mengamati hasil penempatan kolam retensi pada Gambar 3.19.



Gambar 3. 19 Tampilan Input data Storage Unit pada EPA SWMM 5.2  
Sumber: Dokumentasi Pribadi (2024)



### 3.5. Diagram Alir Penelitian

