

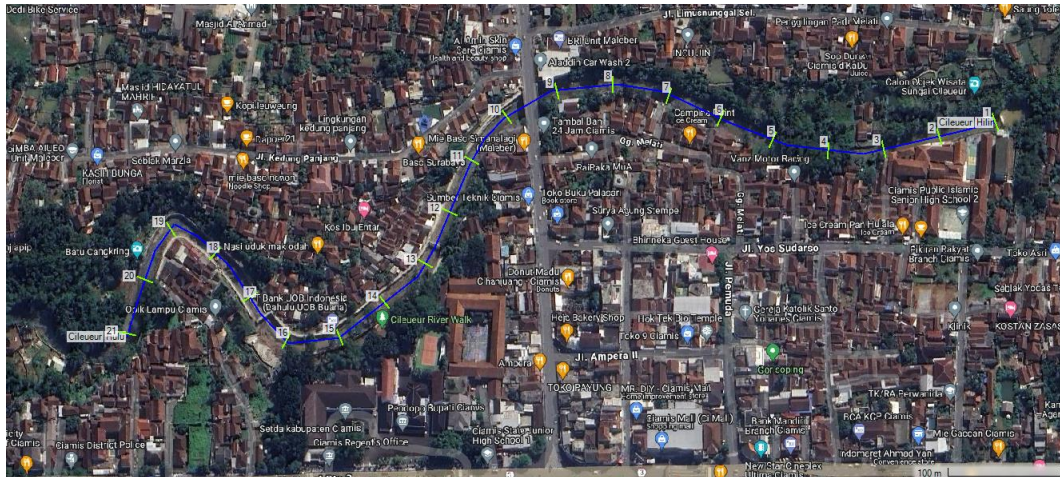
BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Sungai Cileueur Hulu di Kecamatan Ciamis, Kabupaten Ciamis, Provinsi Jawa Barat. Secara astronomis terletak pada koordinat $7^{\circ}19'30.15''$ LS; $108^{\circ}20'58.75''$ BT dan $7^{\circ}19'24.17''$ LS; $108^{\circ}21'23.96''$ BT. Luas DAS Cileueur dari bagian hulu sampai titik tinjau tinjau adalah 4.426,3 ha dengan panjang sungainya 19,3 km. Titik tinjau berada sebelum bendung Leuwi Biuk.

Titik tertinggi dari panjang sungai yang diamati memiliki elevasi 206 mdpl sedangkan titik terendah dengan elevasi 204 mdpl. Untuk ruas sungai yang digunakan untuk penelitian ini sepanjang 1 km. Pengukuran dimensi penampang sungai dilakukan setiap 50 meter pada tepatnya 1000 meter panjang sungai yang digunakan dalam penelitian.



Gambar 3.1 Sungai Cileueur Kabupaten Ciamis

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian akan berlangsung sekitar 4 bulan, dimulai pada bulan Januari 2024 sampai April 2024. Penelitian akan dimulai dari pengukuran dimensi penampang sungai dan berakhir di simulasi aliran menggunakan HEC-RAS 6.3.1

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan untuk analisis dalam penelitian adalah sebagai berikut:

3.2.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan sebagai objek penulisan. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah dimensi penampang Sungai Cileueur untuk mendapatkan model penampang sungai terhadap debit banjir yang selanjutnya dikaji muka air banjir yang beresiko mengakibatkan banjir.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan secara tidak langsung dari objek penelitian. Data sekunder yang diperoleh adalah dari sebuah situs internet, ataupun dari sebuah referensi yang sama dengan apa yang sedang diteliti oleh penulis (Sari, M. S., & Zefri, 2019). Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

a. Curah Hujan

Data curah hujan diperlukan untuk mendapatkan debit banjir rencana yang dibutuhkan sebagai variabel yang diamati dalam penelitian. Data curah hujan yang digunakan merupakan data yang didapat dari stasiun hujan terdekat dengan lokasi penelitian, diantaranya Stasiun Hujan Ciamis, Stasiun Hujan Sadananya, Stasiun Hujan Cibereum, Stasiun Hujan Danasari, Stasiun Hujan Kawali dan Stasiun Hujan Panjalu selama 10 tahun. Dapat dilihat pada Tabel 3.1 sampai Tabel 3.6

Tabel 3.1 Curah Hujan Stasiun Ciamis

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2013	-	-	-	-	-	44	95	6	12	72	41	87	682	95
2014	49	31	37	35	47	54	72	41	0	51	51	78	546	78
2015	31	67	28	21	12	13	46	0	0	0	33	84	335	84
2016	67	94	99	53	86	76	112	82	74	82	70	70	965	112
2017	75	58	52	90	95	90	95	50	75	98	97	56	931	98
2018	21	97	45	49	53	25	8	4	15	8	64	77	466	97
2019	66	70	69	94	50	7	12	2	2	2	44	45	463	94
2020	69	89	30	35	69	30	19	18	18	49	60	49	535	89
2021	75	70	113	41	15	70	95	33	48	53	69	159	841	159

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2022	60	99	97	87	79	47	46	35	33	109	59	53	804	109

Sumber: BBWS Citanduy

Keterangan:

“0” = Tidak ada hujan

“-” = Tidak ada data

Tabel 3.2 Curah Hujan Stasiun Cibeureum

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2013	25	78	92	92	75	68	70	21	21	50	75	105	772	105
2014	40	45	89	75	75	75	119	50	0	30	100	129	826	129
2015	98	183	51	89	24	25	0	0	2	0	97	71	639	183
2016	86	93	73	0	85	21	84	60	93	58	158	40	851	158
2017	75	108	46	62	30	29	7	5	105	67	105	116	752	116
2018	60	138	55	63	65	35	0	5	13	72	110	36	649	138
2019	59	91	91	75	74	0	6,5	1	0	5	15	73	488	91
2020	54	54	54	97	71	85	23	15	35	96	62	74	718	97
2021	66	57	124	0	0	93	39	16	113	158	76	80	821	158
2022	73	175	78	115	44	80	40	72	86	75	64	68	967	175

Sumber: BBWS Citanduy

Keterangan:

“0” = Tidak ada hujan

“-” = Tidak ada data

Tabel 3.3 Curah Hujan Stasiun Sadananya

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2013	77	60	80	90	75	100	125	15	16	54	57	85	833	125
2014	53	78	88	82	88	64	134	34	14	42	48	115	841	134
2015	61	80	64	69	52	64	7	5	0	0	46	78	526	80
2016	68	108	85	58	63	37	79	62	74	72	82	65	854	108
2017	89	142	61	90	65	59	57	11	49	265	81	12	980	265
2018	51	105	72	71	59	23	9	8	24	27	88	86	622	105
2019	76	73	51	91	49	15	11	1	1	39	22	41	470	91
2020	76	55	99	88	106	45	41	21	24	113	68	61	797	113
2021	85	110	104	94	56	73	89	113	70	69	102	115	1080	115

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2022	73	118	83	77	123	41	65	109	97	122	117	86	1111	123

Sumber: BBWS Citanduy

Keterangan:

“0” = Tidak ada hujan

“-” = Tidak ada data

Tabel 3.4 Curah Hujan Stasiun Danasari

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2013	57	76	70	53	25	39	69	0	11	41	40	50	531	76
2014	25	60	83	61	18	60	72	34	21	56	55	67	612	83
2015	59	60	62	22	36	30	0	0	0	0	72	52	393	72
2016	55	75	94	52	56	40	68	31	91	62	65	46	735	94
2017	61	216	42	60	63	154	21	14	37	51	85	101	905	216
2018	62	69	62	62	25	11	17	11	63	9	45	61	497	69
2019	60	68	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	428	92
2020	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	674	80
2021	56	49	69	72	33	136	58	38	56	78	46	42	733	136
2022	50	49	67	108	42	48	66	59	44	66	62	50	711	108

Sumber: BBWS Citanduy

Keterangan:

“0” = Tidak ada hujan

“-” = Tidak ada data

Tabel 3.5 Curah Hujan Stasiun Kawali

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2013	91	58	101	122	49	40	109	18	22	48	72	80	810	122
2014	91	58	101	122	49	40	109	18	22	48	72	80	810	122
2015	42	72	70	90	83	38	7	15	0	0	78	91	586	91
2016	60	160	93	68	73	40	29	53	52	64	69	83	844	160
2017	70	87	84	73	20	80	56	10	27	77	67	32	683	87
2018	33	82	62	62	80	14	14	6	16	13	62	62	506	82
2019	78	75	0	98	33	14	15	0	0	6	0	0	319	98
2020	129	69	94	122	101	63	64	19	43	85	92	85	966	129
2021	63	117	90	36	67	117	16	30	25	33	90	74	758	117

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2022	68	96	0	24	30	81	40	58	109	110	64	37	717	110

Sumber: BBWS Citanduy

Keterangan:

“0” = Tidak ada hujan

“-” = Tidak ada data

Tabel 3.6 Curah Hujan Stasiun Panjalu

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2013	31	15	29	45	5	20	46	1	6	17	21	13	249	46
2014	51	60	40	39	26	38	105	11	11	8	63	50	502	105
2015	35	55	35	27	24	1	1	0	0	0	28	75	281	75
2016	64	88	68	28	46	29	77	48	116	50	75	54	743	116
2017	52	80	35	57	59	37	82	8	38	83	54	59	644	83
2018	80	119	52	109	45	31	3	7	24	21	133	26	650	133
2019	34	51	63	73	23	8	3	1	1	108	51	61	475	108
2020	46	75	73	70	0	0	0	0	29	92	30	46	461	92
2021	99	83	67	39	37	37	21	11	43	58	67	53	615	99
2022	39	107	65	55	59	56	43	47	48	67	83	65	519	107

Sumber: BBWS Citanduy

Keterangan:

“0” = Tidak ada hujan

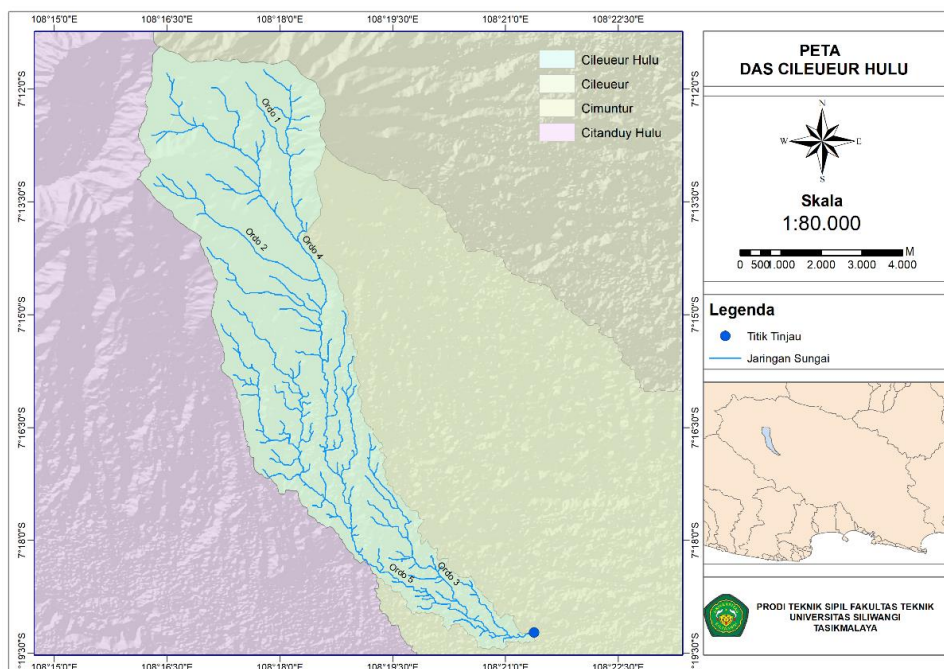
“-” = Tidak ada data

b. Daerah Aliran Sungai

Bentuk, luas dan kondisi DAS dapat mempengaruhi aliran air pada sungai, sehingga perlu diperhatikan dalam penelitian ini.

c. Jaringan Sungai

Jaringan sungai berperan besar dalam mempengaruhi debit puncak dan lama berlangsungnya debit puncak tersebut. Jaringan berbagai orde sungai di DAS Cileueur dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Jaringan Sungai Cileueur

d. Tutupan Lahan

Tutupan lahan sangat berpengaruh terhadap besaran komponen siklus hidrologi yang akhirnya menentukan kapasitas infiltrasi dan potensi limpasan permukaan dari sistem penutup lahan. Tutupan lahan meliputi daerah pertanian, daerah bukan pertanian, permukiman, perairan, hutan dan lain-lain. Untuk data tutupan lahan diambil data tahun 2019 dari Rupa Bumi Indonesia (RBI).

3.3 Alat-Alat Penelitian

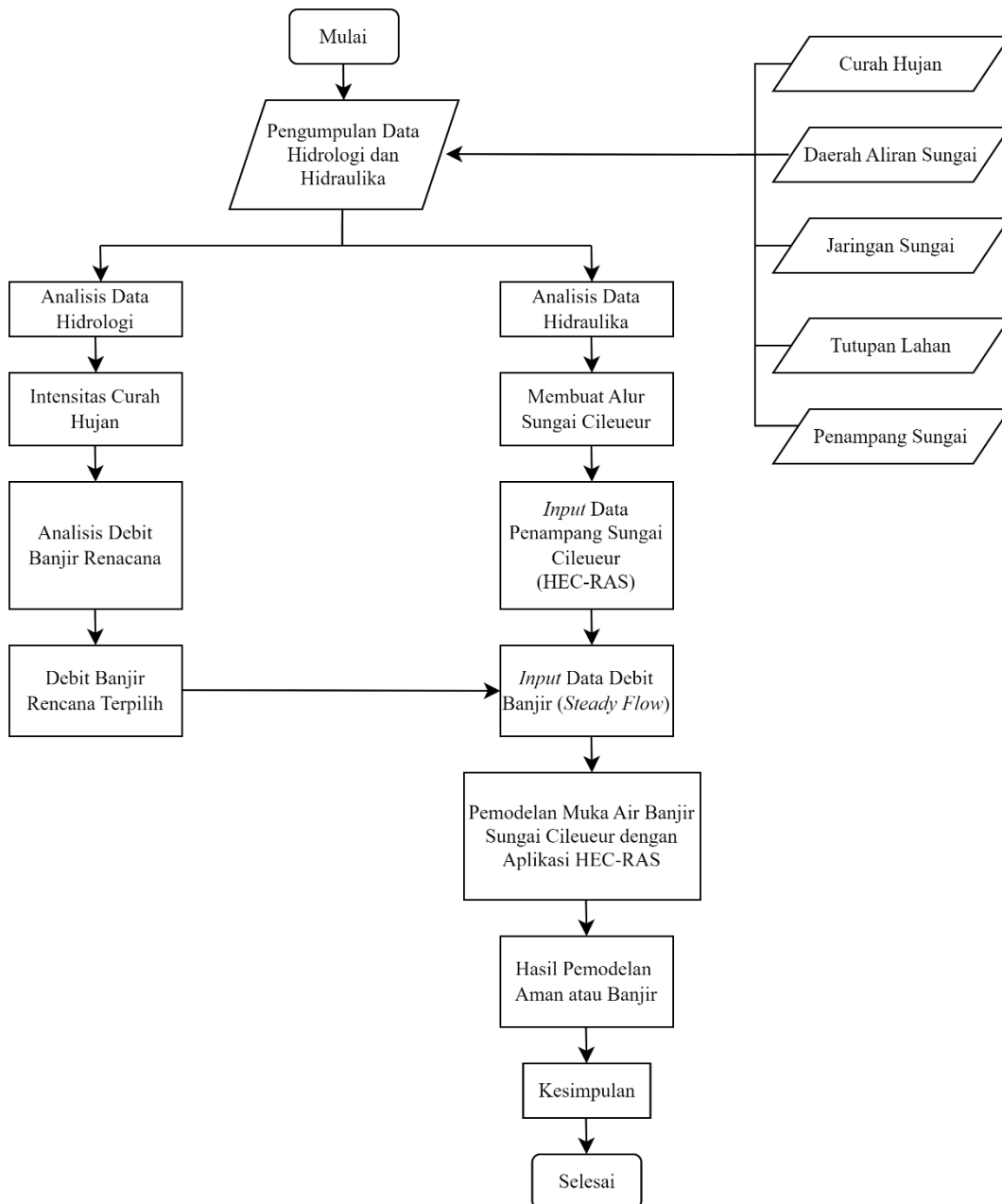
Alat-alat yang digunakan untuk menunjang proses penelitian kapasitas penampang Sungai Cileueur disajikan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Alat-alat Penelitian

No	Nama Alat dan Bahan	Kegunaan
1	Gps	Untuk menentukan titik koordinat lokasi
2	Rambu ukur	Untuk mengukur kedalaman dan ketinggian penampang sungai dari muka air sungai
3	Laptop	Penunjang proses penelitian
4	Meteran	Untuk mengukur dimensi melintang penampang sungai
5	Kamera	Dokumentasi kondisi dilokasi penelitian

3.4 Analisis Data

Analisis data adalah kegiatan penyajian data dalam bentuk grafik, tabel, dan gambar serta mencari nilai yang diperlukan berdasarkan data yang ada dan dapat dilihat dalam diagram alir pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Diagram Alir Analisis Data

3.4.1 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi mencakup perhitungan curah hujan rata-rata DAS dan perhitungan debit banjir.

a. Perbaikan Data

Pengukuran curah hujan sering mengalami masalah, seperti tidak tercatatnya data hujan karena rusaknya alat atau kesalahan pengamat. Data hujan yang hilang di stasiun pengaruh Sungai Cileueur dapat diisi menggunakan Metode Kantor Cuaca Amerika dengan persamaan (2.2).

b. Uji Konsistensi Data

Konsistensi data curah hujan yang digunakan perlu diuji, karena dalam proses pengukuran curah hujan sering terjadi perubahan seperti perubahan data, digunakan Metode Massa Kurva Ganda. Rangkaian data curah hujan stasiun yang diuji dibuat dalam kurva untuk dilihat konsistensinya. Jika terjadi patahan data perlu dikoreksi dengan persamaan (2.3), data curah hujan stasiun sekitar diperlukan sebagai data referensi.

c. Curah Hujan Wilayah

Analisis curah hujan dimaksudkan untuk mengetahui curah hujan rata-rata yang terjadi pada Sungai Cileueur, yaitu dengan menganalisis data-data curah hujan maksimum yang didapat dari stasiun-stasiun penakar hujan di sekitar Sungai Cileueur. Perhitungan curah hujan dalam penelitian ini direncanakan menggunakan metode Poligon Thiessen dengan persamaan (2.5).

d. Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Tidak semua varian dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran variant di sekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau dispersi. Cara mengukur besarnya variasi disebut dengan pengukuran variabilitas atau pengukuran dispersi. Termasuk menghitung rata-rata dengan persamaan (2.11), deviasi standar dengan persamaan (2.12), koefisien variasi dengan persamaan (2.13), koefisien skewness dengan persamaan (2.14) dan koefisien kurtosis dengan persamaan (2.15).

Perhitungan curah hujan rencana dilakukan terhadap curah hujan maksimum tahunan dan akan dihitung dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 dan 1000 tahun. Metode yang digunakan untuk melakukan analisis distribusi frekuensi curah hujan harian terhadap nilai rata-rata tahunannya dalam periode ulang tertentu menggunakan Distribusi Normal dengan persamaan (2.7), Distribusi Log Normal

dengan persamaan (2.8), Distribusi Log Pearson Tipe III dengan persamaan (2.10) dan Distribusi Gumbel dengan persamaan (2.16).

e. Uji Kecocokan

Pemilihan kecocokan pada analisis frekuensi curah hujan rencana yang selanjutnya akan digunakan. Pengujian keakuratan dari hasil analisis frekuensi menggunakan uji Chi-Kuadrat dengan persamaan (2.21) dan uji Smirnov-Kolmogorov dengan persamaan (2.22).

f. Intensitas Curah Hujan

Pada umumnya semakin lama durasi hujan maka semakin kecil intensitas hujannya dengan satuan (mm/jam), yang artinya tinggi curah hujan dapat dihitung dari data curah hujan harian menggunakan perhitungan Mononobe dengan persamaan (2.23).

3.4.2 Debit Banjir Rencana

Metode yang digunakan untuk menganalisis debit banjir rencana Sungai Cileueur periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 dan 1000 tahun sebagai berikut:

a. Hidrograf Satuan Sintetis Snyder - Alexeyev

Pada tahun 1938, F. F. Snyder mengembangkan rumus empiris dengan koefisien-koefisien empiris yang menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik daerah aliran sungai di dataran tinggi Appalachian Amerika Serikat dengan persamaan (2.27) untuk menghitung debit puncak.

b. Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

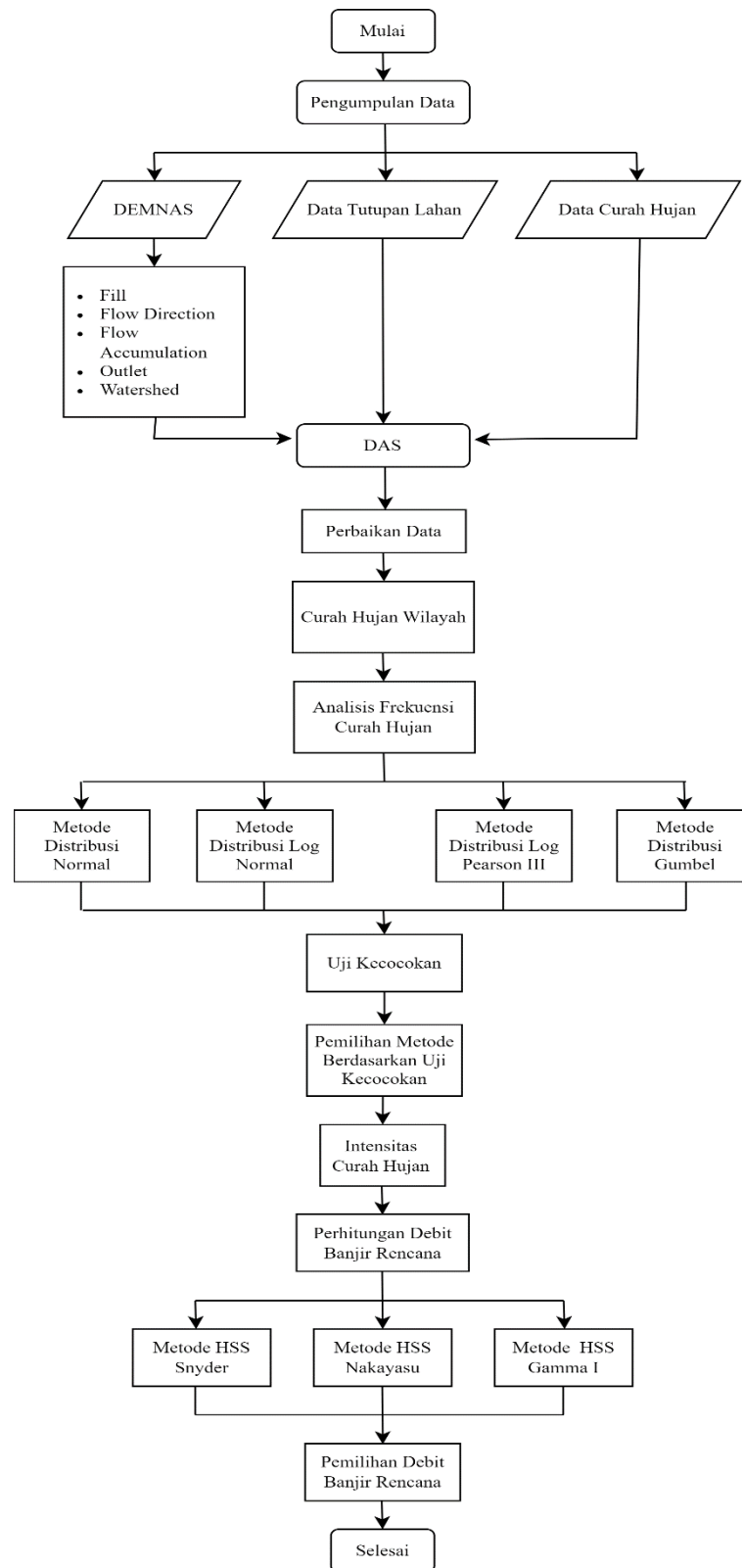
Analisis hidrograf satuan sintetis dengan pendekatan Nakayasu dapat digunakan dengan persamaan (2.38).

c. Hidrograf Satuan Sintetis Gamma 1

Hidrograf satuan sintetis Gamma 1 dibentuk oleh tiga komponen dasar yaitu waktu naik (T_R), debit puncak (Q_P) dan waktu dasar (T_b) dengan persamaan (2.53) sampai (2.56).

Dari beberapa metode tersebut, dipilih salah satu metode yang memiliki nilai debit banjir rencananya paling tinggi sebagai faktor keamanan untuk memprediksi

titik rawan banjir. Berikut adalah Prosedur Analisis Debit Banjir Rencana, seperti pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Prosedur Analisis Debit Banjir Rencana

3.4.2 Hidraulika Sungai

Analisis penampang Sungai Cileueur dengan menggunakan aplikasi HEC-RAS bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang sungai dalam menampung debit banjir rencana dalam berbagai periode ulang. Dengan aplikasi HEC-RAS dapat diketahui profil muka air debit banjir berbagai periode ulang dan dapat diamati kapan terjadi banjir.

Analisis hidraulika mencakup analisis penampang sungai, dan pemodelan aliran sungai menggunakan aplikasi HEC-RAS. Data-data yang diperlukan dalam analisis penampang sungai diantaranya:

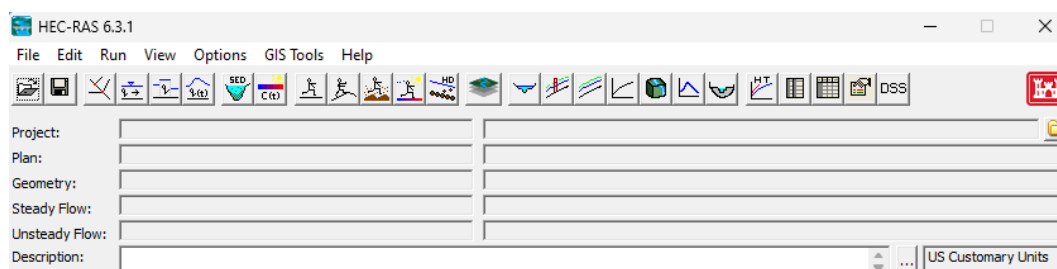
1. Penampang memanjang sungai
2. Potongan melintang sungai
3. Debit banjir rencana
4. Angka *manning* penampang sungai

3.4.3 HEC-RAS

Tahap-tahap analisis hidraulika dengan aplikasi HEC-RAS adalah sebagai berikut:

1. Membuat *file* HEC-RAS

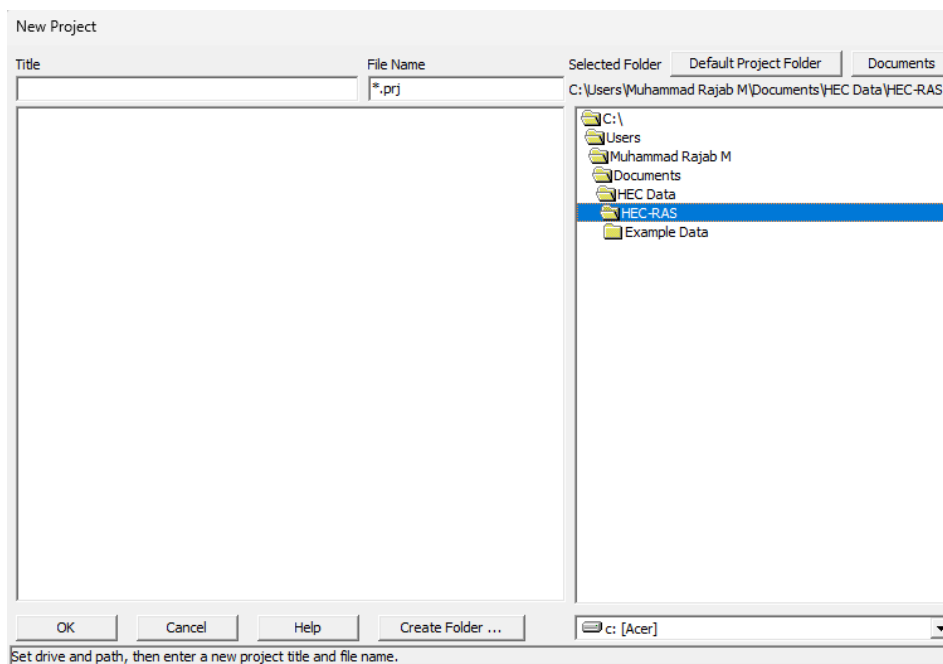
- a. Buka aplikasi HEC-RAS seperti Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.5 Layar Utama Aplikasi HEC-RAS

- b. Pembuatan *File Project*

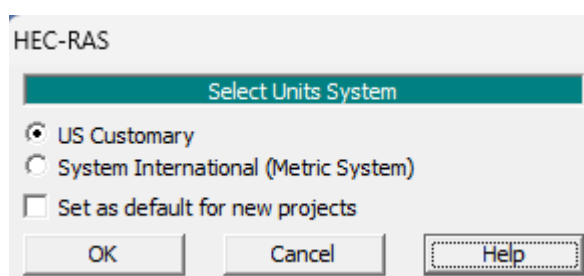
Pilih menu *File* klik *New Project*, klik tombol *Default Project* di kanan atas lalu klik *Create Folder*, selanjutnya tuliskan nama *file* pada *Title*, dan nama *file* dengan akhiran *.prj*. Lalu klik tombol OK.



Gambar 3.6 Layar Pembuatan Projek Baru

c. Pengaturan Sistem Satuan

Sistem satuan dalam Aplikasi HEC-RAS dapat menggunakan Sistem Amerika (*US Customary*) atau *System Internasional (SI)*. *Default* satuan pada aplikasi HEC-RAS adalah *US Customary*. Pilih *Unit System (US Costumery/SI)* dari menu *Option*, seperti pada Gambar 3.5 berikut.



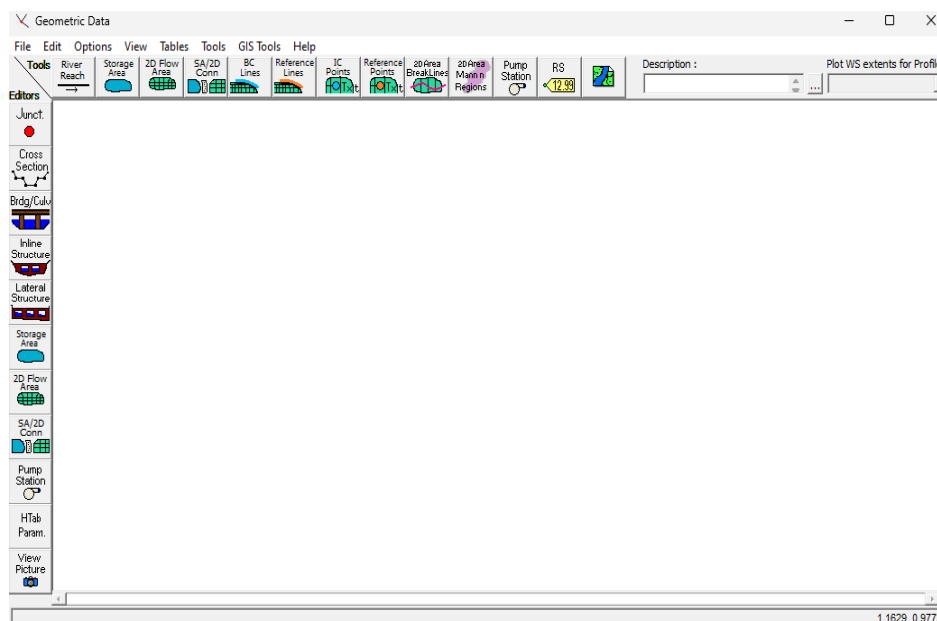
Gambar 3.7 Layar Pengaturan Sistem Satuan

2. Alur Saluran

- a. Pilih menu Edit, lalu klik *Geometric Data*.
- b. Menggambar alur sungai dengan klik pada River Reach.

Untuk dapat menggambar sesuai dengan peta aslinya, dapat digunakan file gambar peta untuk background menggambar dengan klik add/edit background

picture. Dalam menggambar alur sungai titik pertama yang dibuat adalah hulu sungai.

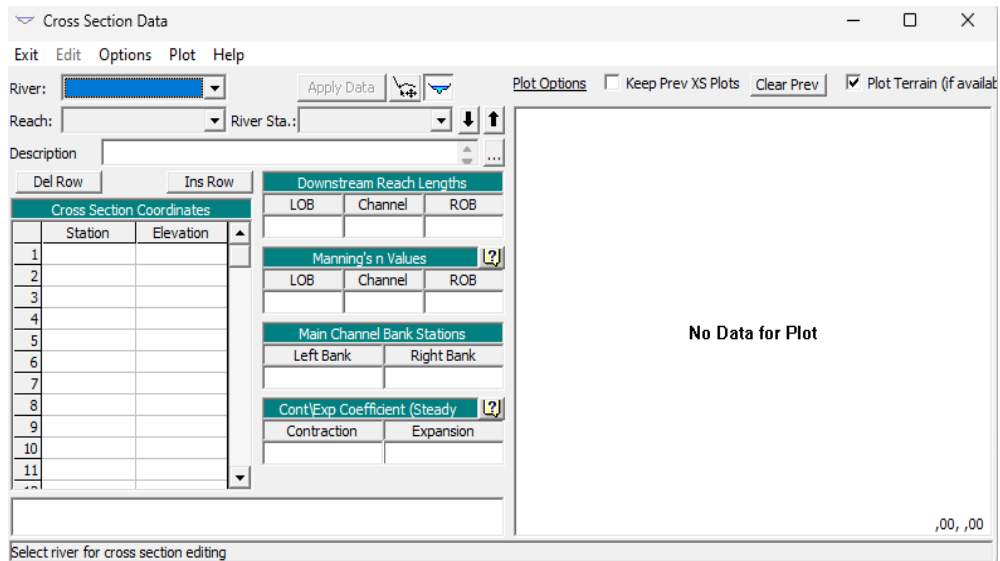


Gambar 3.8 Layar Editor Data Geometrik

3. Tampang Melintang

a. *Input* data tampang melintang (*Cross Section*), data-data yang dimasukkan sebagai berikut:

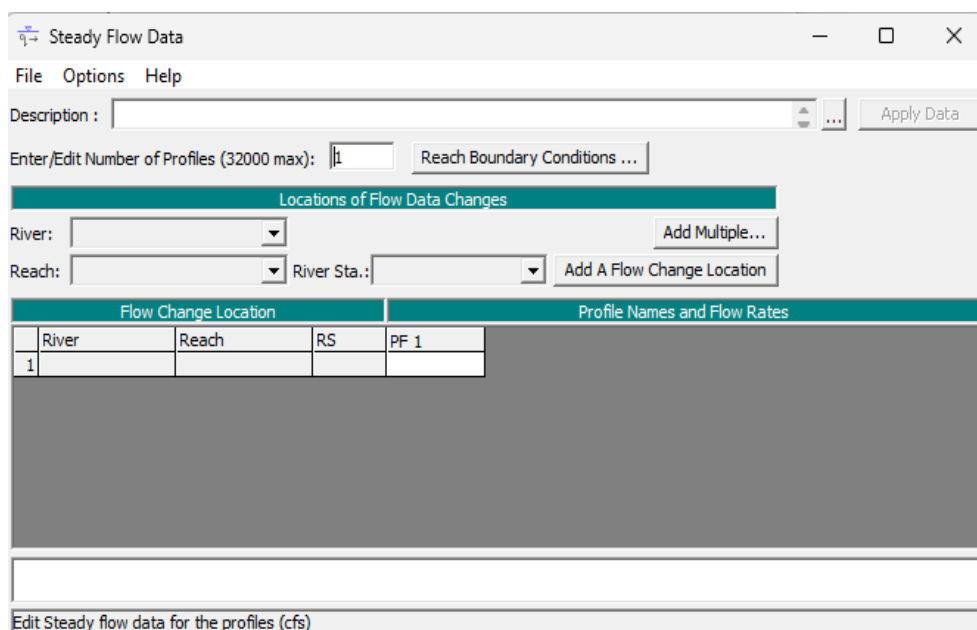
<i>River sta</i>	=	Nama potongan melintang
<i>Station</i>	=	Jarak kumulatif antara titik elevasi potongan
<i>Elevation</i>	=	Elevasi titik pada stasiun
<i>Downstream reach length</i>	=	Jarak tiap potongan melintang sungai dengan potongan melintang selanjutnya
<i>Manning's value</i>	=	Nilai gesekan saluran
<i>Main channel bank station</i>	=	Stasiun titik utama sungai
<i>Cont/Exp coefisien</i>	=	Koefisien kontraksi dan ekspansi



Gambar 3.9 Layar *Input* Data Potongan Melintang Sungai

4. Input Data Debit

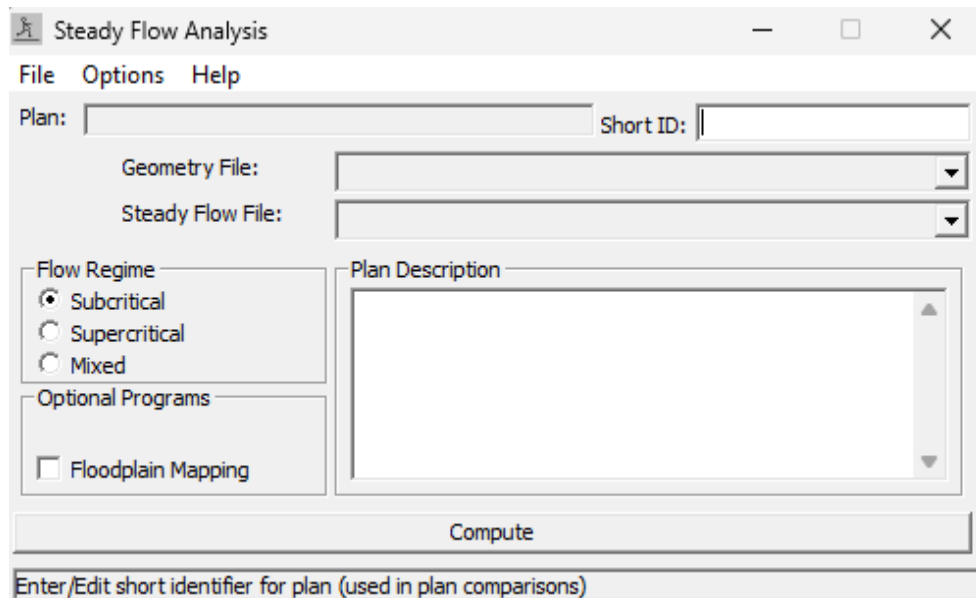
Data aliran yang diperlukan dalam hitungan aliran permanen (*steady flow*). Pada menu Edit pilih *Steady Flow Data*. Tampilan yang keluar adalah seperti pada gambar 3.10. Isikan besaran debit batas hulu di kolom RS dan selanjutnya pada *Reach Boundary Condition* pilih *Normal Depth*, isikan kemiringan sungainya. Lalu klik *Apply* dan simpan data aliran permanen kedalam *disk* dengan klik *Save Flow Data*.



Gambar 3.10 Layar Editor Data Aliran Permanen

5. Hitungan Hidraulika

Setelah semua data dimasukkan, pilih *Steady Flow Analysis* pada menu *Run* lalu klik *Compute*. Hasil analisis dapat dilihat pada menu *View* dengan memilih jenis tampilan yang hendak dilihat.



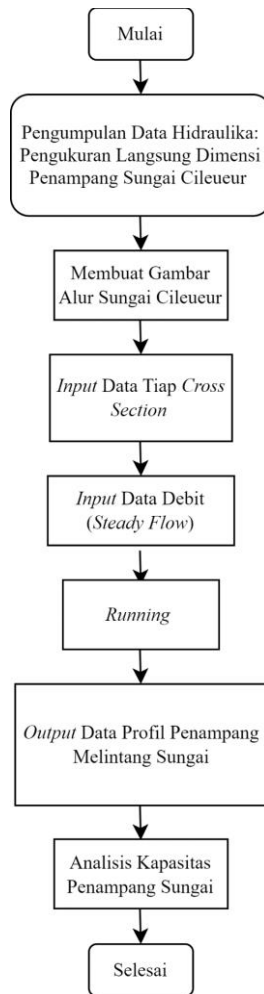
Gambar 3.11 Layar Hitungan Aliran Permanen

6. Presentasi Hasil Hitungan Dalam Bentuk Tabel

Hasil hitungan menampilkan rincian nilai-nilai parameter hidraulika di sebuah tampang melintang, di sepanjang alur (profil panjang), serta catatan, kesalahan, atau peringatan yang muncul dalam proses perhitungan. Berikut langkah-langkah untuk menampilkan hasil hitungan:

- a. Pilih menu *View*, kemudian *Detailed Output Tables*.
- b. Selain tabel hasil hitungan di seluruh alur (tampang panjang) saluran dapat pula ditampilkan dengan memilih *View*, pilih *Profile Summary Table*.
- c. Tutup layar HEC-RAS *Finished Computations* dengan mengklik tombol *Close*.

Prosedur analisis pemodelan penampang Sungai Cileueur dapat dilihat dalam diagram alur pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Prosedur Analisis Pemodelan Penampang Sungai