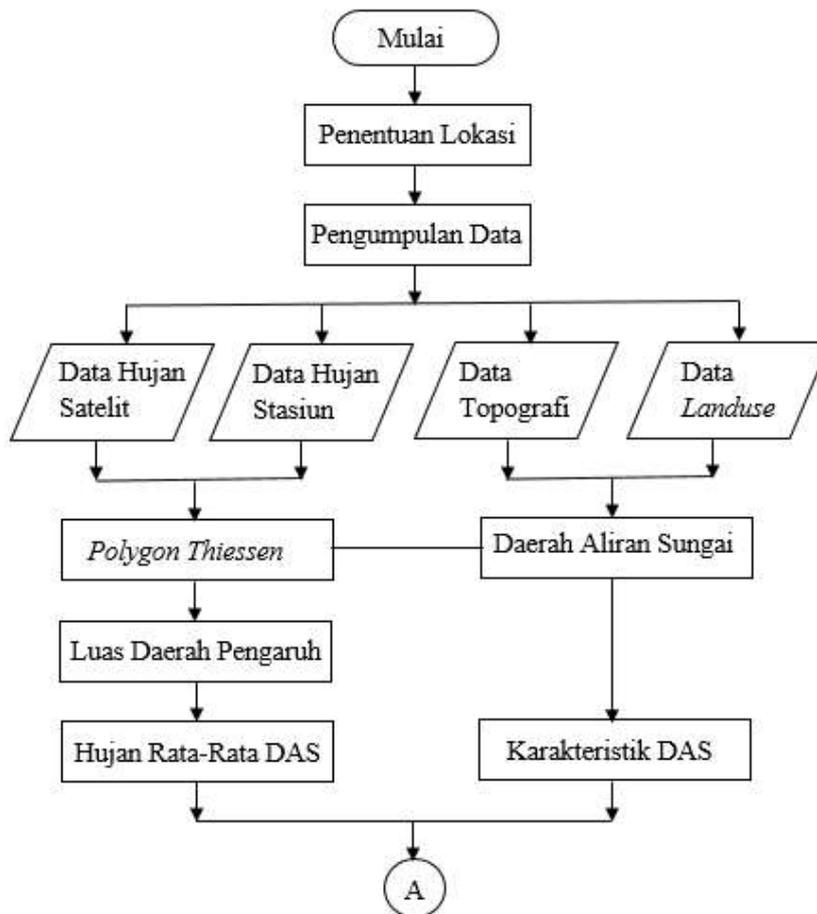


BAB III METODE PENELITIAN

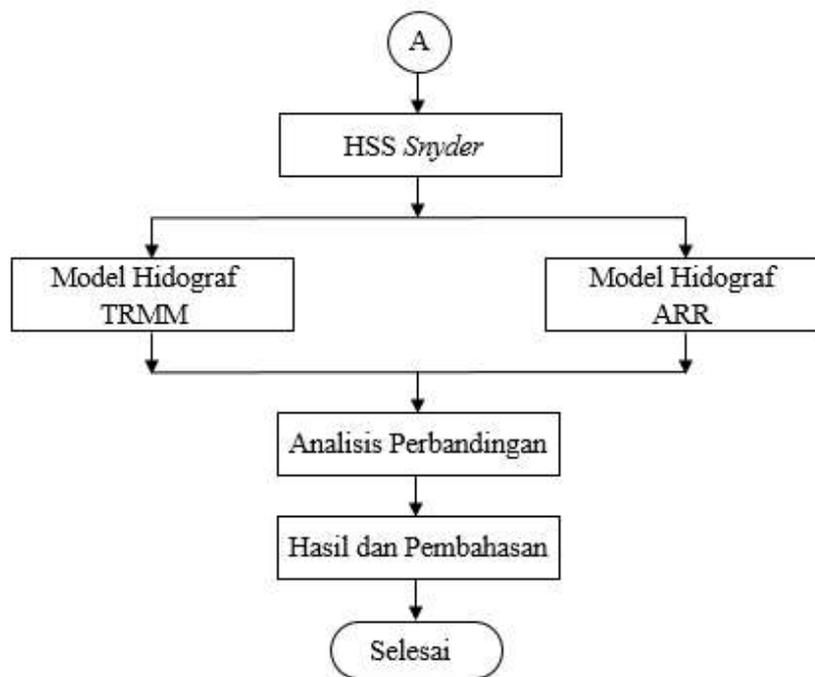
3.1. Lokasi Penelitian

Sungai Gajah Wong merupakan salah satu sungai terbesar di jantung kota yang merupakan sebagian kecil dari beberapa sungai di Yogyakarta. Sungai Gajah Wong merupakan sub DAS dari DAS Opak. Bagian hulu dari sungai ini berada di lereng merapi kabupaten Sleman, provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Sedangkan bagian hilirnya yaitu berada di kabupaten Bantul. Sungai Gajah Wong dimanfaatkan sebagai sumber air untuk kebutuhan sehari-hari warga sekitar serta pengairan untuk daerah Sleman hingga Bantul. Penelitian ini tepatnya dilakukan pada sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Gajah Wong .

3.2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Bagan alir tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian



Gambar 3.1 (Lanjutan)

3.3. Data Penelitian

3.3.1. Data Topografi DAS

Sungai Gajah Wong merupakan salah satu dari sekian banyak anak sungai yang berada di sungai Opak yang memiliki panjang ± 22 km dan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) tinjauan sebesar $\pm 48,84$ km dengan panjang sungai utama sebesar 36,5 km. Sungai Gajah Wong bermuara dari lereng merapi kabupaten Sleman hingga kabupaten Bantul. Panjang sungai yang digunakan sebagai tinjauan terhadap jarak titik kontrol terdekat ke titik berat DAS yaitu ± 12 km yang berada di hingga ke outlet DAS Gajah Wong.

3.3.2. Data Landuse

Data untuk tataguna lahan (*landuse*) yang digunakan merupakan pembagian dari beberapa jenis yaitu berupa hutan, padang rumput, perkebunan, permukiman, sawah, sungai, tanah kosong, dan tegalan. Jenis-jenis dari *landuse* tersebut merupakan bagian dari *Curve Number* (CN) berdasarkan kombinasi antara *landuse* dan jenis tanah. Tipe tanah yang digunakan adalah tipe B sebagai keterangan tanah berbutir sedang dengan laju meloloskan air sedang. Nilai CN merupakan salah satu parameter yang dibutuhkan dalam *landuse*. Penentuan nilai CN berdasarkan

landuse dibedakan menjadi tataguna lahan untuk area perkotaan, area pertanian, area tidak diolah, jenis tanah dan kondisinya yang terdapat di DAS Gajah Wong mengacu secara berurutan pada Lampiran 57 sampai Lampiran 60.

3.3.3. Data Stasiun Hujan dan Curah Hujan

Data stasiun hujan yang di gunakan dalam penelitian ini di dapatkan dengan mengukur curah hujan yang turun menggunakan alat pengukur hujan otomatis yang di sebar di beberapa titik lokasi perhitungan untuk mendapatkan jumlah curah hujan baik. Stasiun hujan yang digunakan untuk penelitian, ada 4 stasiun yaitu Donoharjo, Kaliadem, Kuning, dan Sukorini. Pengukuran curah hujan dilakukan dalam interval selama 5 menit yang selanjutnya di akumulasikan menjadi curah hujan per-jam-jaman dengan tinjauan 10 hari data curah hujan yaitu pada tanggal 03,04,05,06,07 Oktober 2018 dan 03,04,05,06,07 September 2018 terdapat pada Lampiran 4 sampai Lampiran 13. Peta persebaran titik lokasi stasiun hujan yang digunakan pada DAS Sungai Gajah Wong dan data koordinatnya di tunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Data koordinat stasiun hujan

No	Nama	Latitude	Longitude
1	ARR Donoharjo	-7.693763529	110.3908065
2	ARR Kaliadem	-7.608964349	110.4304709
3	ARR Kuning	-7.608986363	110.4474871
4	ARR Sukorini	-7.635958599	110.4909704

3.3.4. Data Curah Hujan TRMM

Pada data satelit hujan yang digunakan yaitu *TRMM*, untuk curah hujan yang didapatkan merupakan presipitasi dari cuaca tropis maupun subtropis dengan jaungkauan kawasan yang sangat luas dan dapat di akses dengan mudah dan murah secara global melalui internet. Pada umumnya, presipitasi bergantung pada hubungan antara curah hujan dan suhu puncak awan seperti yang diamati oleh instrumen satelit berupa inframerah (IR), atau dari pengaruh tetes hujan dan partikel es pada radiasi gelombang mikro (MW) atau keduanya.. Satelit *TRMM* mempunyai 5 sensor utama akan tetapi hanya 2 sensor yang sering digunakan untuk pengukuran hujan yaitu dengan *PR (Precipitation Radar)* dan *TMI (TRMM Microwave Imager)*. *Global Precipitation Measurement (GPM)* diluncurkan pada 27 Februari 2014, misi

internasional ini dipimpin oleh *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* dan *Japan Aerospace and Exploration Agency (JAXA)* sebagai penerus *TRMM* untuk melanjutkan dan meningkatkan kualitas observasi curah hujan dan salju berbasis satelit salju dalam skala global. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data curah hujan harian *Global Precipitation Measurement (GPM)* produk satelit GPM *Random Error for multi-satellite precipitation (Early run)* dengan interval waktu 30 menit yang diunduh dari situs <https://giovanni.gsfc.nasa.gov>.

3.3.5. Data Debit Banjir Kala Ulang

Data debit banjir kala ulang yang di gunakan pada penelitian ini di dapatkan dari Skema Sungai Winongo dan Gajah Wong yang di miliki oleh Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Serayu Opak terdapat pada Lampiran 60. Data debit kala ulang merupakan acuan untuk melihat apakah debit limpasan yang hasilnya di dapatkan nilai puncaknya mampu masuk kedalam kriteria kala ulang tahunan yang telah di tetapkan dalam DAS Gajah Wong berdasarkan skema sungai Winongo dan Gajah Wong terdapat pada Tabel 3.2.

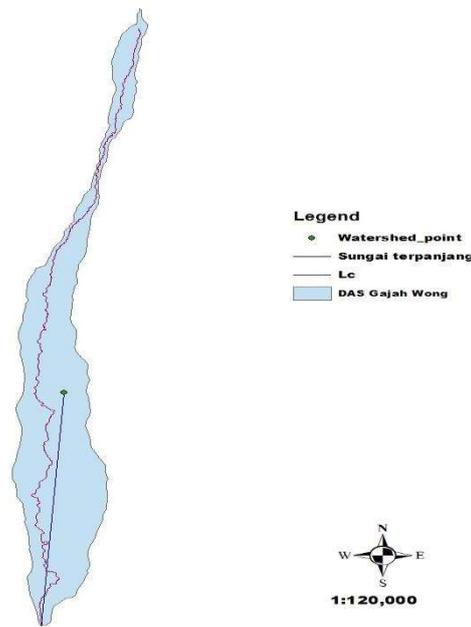
Tabel 3.2 Debit Kala Ulang Sungai Gajah Wong

No	Kala Ulang	Debit
1	Q2	83,93 m ³ /s
2	Q10	166,83 m ³ /s
3	Q25	217,48 m ³ /s
4	Q50	259,27 m ³ /s

3.4. Analisis Data

3.4.1. Batas DAS (Daerah Aliran Sungai)

Data masuk yang digunakan dalam pembuatan batas DAS adalah peta kontur wilayah DAS Gajah Wong, peta jaringan sungai dan koordinat stasiun *ARR* terdekat sebagai titik *outlet* DAS. Pembuatan batas DAS dilakukan dengan menghubungkan punggung-punggung bukit atau gunung di sekeliling Sungai Gajah Wong dengan titik *outlet* merupakan hilir DAS Gajah Wong hingga membentuk garis utuh yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Peta Daerah Aliran Sungai Gajah Wong

3.4.2. Identifikasi Karakteristik DAS Sungai Gajah Wong

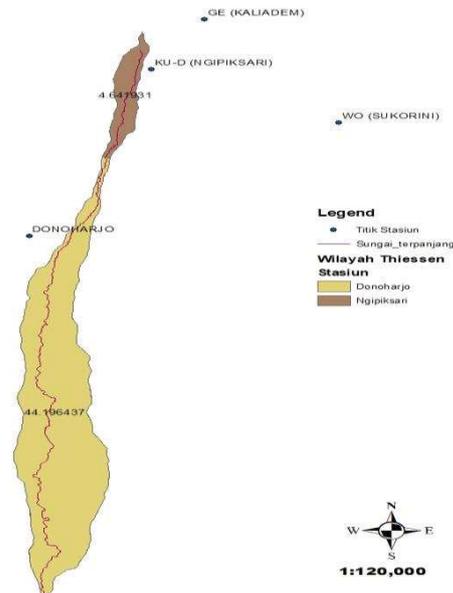
Identifikasi karakteristik DAS Gajah Wong dilakukan dengan mengamati bentuk, menghitung luas DAS, menganalisis elevasi, dan menghitung panjang sungai utama DAS dengan menggunakan *software ArcMap 10.6.1*.

3.4.3. *Polygon Thiessen*

Data masukan yang digunakan dalam pembuatan *Polygon Thiessen* adalah peta DAS Gajah Wong dan koordinat lokasi stasiun hujan yang digunakan pada wilayah DAS Gajah Wong. Pembuatan poligon *Thiessen* dilakukan menggunakan *software ArcMap 10.6.1* pada fungsi *Analysis Tools Thiessen Polygon*. Setelah pembuatan *Polygon Thiessen*, didapatkan data luas wilayah masing-masing stasiun hujan. Data-data dan peta sebaran lokasi stasiun hujan ditunjukkan pada Tabel 3.3. dan Gambar 3.2. secara berurutan.

Tabel 3.3 Luas daerah pengaruh stasiun hujan

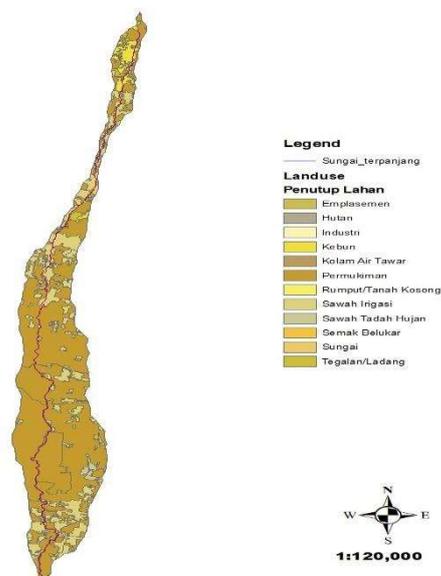
No	Nama	Latitude	Longitude	Luas Area (km ²)
1	ARR Donoharjo	-7.693763529	110.3908065	44,2
2	ARR Kaliadem	-7.608964349	110.4304709	0
3	ARR Kuning	-7.608986363	110.4474871	4,64
4	ARR Sukorini	-7.635958599	110.4909704	0
Jumlah				48,84



Gambar 3.3 Peta sebaran lokasi stasiun hujan di dalam DAS Gajah Wong

3.4.4. Peta Tataguna Lahan DAS Gajah Wong

Dalam pembuatan tataguna lahan data masukan yang digunakan adalah data *landuse* wilayah DAS Gajah Wong yang didapatkan dari <https://tanahair.indonesia.go.id>. Pembuatan peta *landuse* menggunakan *software ArcMap 10.6.1* yang bertujuan untuk menentukan koefisien penutup lahan dalam menganalisis data hujan. Luas penutup lahan pada DAS Gajah Wong ditunjukkan pada Gambar 3.4 dan Tabel 3.4.



Gambar 3.4 Peta Tataguna Lahan DAS Gajah Wong

Tabel 3.4 Luas daerah penutup lahan DAS Gajah Wong

No	Lahan Penutup	Luas Area (km ²)
1	Emplasemen	0,05
2	Hutan Konservasi	0,01
3	Industri	0,02
4	Kolam Air Tawar	0,12
5	Perkebunan	2,28
6	Pemukiman	35,25
7	Rumput/Tanah Kosong	0,04
8	Sawah Irigasi	8,73
9	Sawah Tadah Hujan	1,49
10	Semak/Belukar	0,05
11	Sungai	0,2
12	Tegalan/Ladang	0,60
Jumlah		48,84

3.4.5. Analisis Curah Hujan Rata-Rata DAS

Data curah hujan yang diperlukan untuk menganalisis debit adalah curah hujan rata-rata DAS Gajah Wong. Data curah hujan yang tersedia di setiap stasiun hujan hanya berupa curah hujan pada lokasi alat penakar hujan dipasang, sehingga curah hujan masing-masing stasiun hujan tidak sama dan perlu dilakukan suatu analisis hidrologi untuk mengubah data tersebut menjadi data curah hujan rata-rata DAS. Analisis hidrologi yang digunakan untuk mengubah data hujan titik menjadi data curah hujan rata-rata DAS adalah Metode *Thiessen* yang dihasilkan dari contoh perhitungan berikut ini.

Curah hujan rata-rata = $(\text{luas wilayah sta.1} \times \text{curah hujan sta. 1}) + (\text{luas wilayah sta. 2} \times \text{curah hujan sta. 2}) + \dots/n / \text{luas total DAS}$

Curah hujan rata-rata $ARR = (44,2 \text{ km}^2 \times 45,5 \text{ mm}) + (0 \text{ km}^2 \times 0 \text{ mm}) + (4,64 \text{ km}^2 \times 0 \text{ mm}) + (0 \text{ km}^2 \times 0 \text{ mm}) / 48,84 \text{ km}^2 = 41,18 \text{ mm}$.

Hasil analisis menggunakan data curah hujan jam-jaman dan luas wilayah dari setiap stasiun yang diubah menjadi data curah hujan rata-rata untuk tinjauan masing-masing 5 harian di bulan September dan Oktober 2018 dapat di lihat pada Lampiran 14. sampai Lampiran 23.

3.4.6. Penentuan Nilai *Curve Number (CN)*

Proses penentuan nilai *Curve Number (CN)* dilakukan dengan menggunakan peta tataguna lahan dan peta DAS Gajah Wong sebagai data masukan yang selanjutnya diolah menggunakan *software ArcMap 10.6.1*. Kedua data tersebut diolah menggunakan fitur *Analysis Tools Clip* untuk membuat irisan dari peta tataguna lahan dan peta DAS Gajah Wong. Hasil dari analisis tersebut berupa luasan tertentu dalam DAS yang mempunyai penutup lahan tertentu. Penentuan nilai *CN* dikelompokkan dalam satu jenis tanah yaitu kelompok tanah B dalam *Hydrologic Soil Groups*, maka luasan dan nilai *CN* di DAS Gajah Wong identik dengan tataguna lahan saja. Penentuan nilai *CN* untuk jenis-jenis *landuse* pada DAS Gajah Wong menggunakan yang dikeluarkan oleh USDA NRCS dan diuraikan sebagai berikut :

- a. Lahan penutup emplasemen menggunakan Lampiran 56 tataguna lahan *open space* dengan kategori *fair condition* nilai *CN* adalah 69.
- b. Lahan penutup hutan konservasi menggunakan Lampiran 59 dengan jenis tataguna lahan “tegakan hutan tidak rapat” pada keadaan hidrologi cukup dengan nilai *CN* adalah 60.
- c. Lahan penutup industri menggunakan Lampiran 56 tataguna lahan *urban distric: industrial* dengan nilai *CN* adalah 88.
- d. Lahan penutup perkebunan menggunakan Lampiran 58 dengan tataguna lahan *woods-grass combination (orchard or tree farm)* pada kondisi hidrologi *fair condition* yang nilai *CN* adalah 65.
- e. Lahan penutup pemukiman berupa gedung/bangunan dan pemukiman menggunakan Lampiran 56 tataguna lahan *residential district* jenis *1/3 acre* dengan nilai *CN* adalah 72.
- f. Lahan penutup rumput/tanah kosong menggunakan Lampiran 57 tataguna lahan *fallow* jenis *bare soil* dengan nilai *CN* adalah 86.
- g. Lahan penutup sawah berupa sawah irigasi dan sawah tadah hujan menggunakan Lampiran 59. dengan tataguna lahan padi, gandum dengan cara bercocok tanam sistem kontur dengan nilai *CN* adalah 73.

- h. Lahan penutup berupa semak/belukar menggunakan Lampiran 58 tataguna lahan *brush-brush-weed-grass mixture with brush major element* pada kondisi hidrologi *poor* dengan nilai CN adalah 67.
- i. Lahan penutup sungai berupa sungai dan kolam air tawar dengan menggunakan nilai CN yaitu 0.
- j. Lahan penutup berupa tegalan/ladang menggunakan Lampiran 59 tataguna lahan tanah pertanian dengan nilai CN adalah 74.

Lahan penutup di DAS Gajah Wong yang dihasilkan melalui *software ArcMap 10.6.1* kemudian di kategorikan dalam beberapa jenis *landuse* untuk memudahkan penentuan nilai *CN* seperti pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Nilai *curve number (CN)* pada landuse DAS Gajah Wong

No	Lahan Penutup	Luas Area (km ²)	Persentase (%)	CN
1	Emplasemen	0.05	0.11	69
2	Hutan Konservasi	0.01	0.01	60
3	Industri	0.02	0.05	88
4	Perkebunan	2.28	4.66	65
5	Pemukiman	35.25	72.18	72
6	Rumput/Tanah Kosong	0.04	0.07	86
7	Sawah	10.22	20.93	73
8	Semak/Belukar	0.05	0.11	67
9	Sungai	0.31	0.64	0
10	Tegalan/Ladang	0.60	1.24	74
Jumlah		48,84	100	

Selanjutnya, nilai-nilai CN yang telah ditentukan pada masing-masing jenis penutup lahan di DAS Gajah Wong di analisis dengan menggunakan parameter-parameter terkait berdasarkan jenis dan kondisi tanahnya yang perhitungannya dapat dilihat pada Lampiran 55.

3.4.7. Analisis Limpasan Langsung

Salah satu metode yang mentransformasikan volume curah hujan ke dalam volume limpasan langsung yaitu metode *SCS-CN*. *Soil Conservation Services (SCS)* merupakan metode yang dikembangkan oleh Departemen Pertanian A.S sebagai

metode dalam berbagai kasus analisis limpasan langsung di berbagai negara. Persamaan yang dikembangkan metode ini termasuk metode konseptual karena memasukan parameter karakteristik DAS sebagai parameter lahan dan jenis tanah (Harsanto, 2007)

Menurut Harsanto (2007), dalam memprediksi limpasan langsung dengan metode ini didasarkan pada parameter retensi (S), *initial abstraction* (I_a), dan hujan harian.

Parameter retensi (S) adalah variabel yang berhubungan langsung dengan jenis tanah, tataguna lahan, dan kelembaban tanah. Persamaan untuk menghitung nilai parameter retensi adalah sebagai berikut:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \dots\dots\dots (3.1)$$

dengan:

S : parameter retensi

CN : *curve number*

Initial abstraction (I_a) adalah fungsi penggunaan tanah, perlakuan dan kondisi, serta kandungan air tanah sebelumnya. Parameter ini mewakili nilai intersepsi, evaporasi, dan penahan air yang mempengaruhi kemungkinan terjadinya limpasan langsung. Persamaan untuk menentukan nilai I_a adalah sebagai berikut:

$$I_a = \lambda \times S \dots\dots\dots (3.2)$$

dengan:

I_a : *initial abstraction*

λ : rasio abstraksi, berkisaran antara 0 sampai 0.3

S : parameter retensi

Berikut adalah langkah-langkah untuk perhitungan dalam mentransformasikan volume curah hujan (curah hujan rata-rata) kedalam volume limpasan dengan menggunakan metode SCS berdasar parameter-parameter di atas dapat dilihat secara berurutan pada Tabel 3.6 hingga Tabel

Tabel 3.6 Perhitungan Mencari P kumulatif

No.	Tanggal (A)	Waktu (B)	Hujan Wilayah (C)	P Kumulatif (D)
1	03/10/2018	01:00	41,18	=C1
2	04/10/2018	02:00	0	= C2+D1

Tabel 3.7 Mencari Ia kumulatif

No.	Ia (CN II) (A)	P Kumulatif (B)	Ia Kumulatif (C)
1	4,06	41,18	= jika B1 < A1 maka B1 dan jika > maka A1 4,06

Tabel 3.8 Mencari fa kumulatif

No.	S (CN II) (A)	P kumulatif (B)	Ia kumulatif (C)	Fa kumulatif (D)
1	101,46	41,17	4,06	$= (A1*(B1-C1))/(B1-C1+A1)$ $= (101,46*(41,17-4,06))/(41,17-4,06+41,17) = 27,18$

Tabel 3.9 Mencari Pe kumulatif

No.	P kumulatif (A)	Ia kumulatif (B)	Fa kumulatif (C)	Pe kumulatif (D)
1	41,18	4,06	27,18	$= (A-B-C)$ $= 41,18-4,06-27,18$ $= 9,94$

Tabel 3.10 Mencari Pe/jam

No.	Pe kumulatif (A)	Pe/jam (B)
1	9,94	=A1
2	9,94	$= (A2 - A1)$ $= (9,94-9,94) = 0$

Analisis limpasan langsung menggunakan menggunakan metode *SCS* menghasilkan nilai akhir berupa *Pe/jam* atau disebut dengan hujan efektif jam-jaman yang nantinya akan dikalikan dengan debit dari hidrograf satuan agar mendapatkan debit limpasan langsung terhadap data hujan *ARR* dan *TRMM*. Hasil hujan efektif untuk tinjauan hujan jam-jaman di 10 tanggal yang berbeda pada masing-masing data hujan dapat dilihat pada Lampiran 24 sampai Lampiran 33.

3.4.8. Analisis Hidrologi Metode Snyder

Metode snyder pada dasarnya adalah untuk menentukan hidrograf satuan sintetik yang dihitung berdasarkan rumus empiris dan koefisien empiris yang menghubungkan komponen hidrograf satuan dengan karakteristik DAS. Parameter

yang menentukan bentuk hidrograf satuan adalah luas DAS, panjang sungai, dan panjang sungai utama yang diukur dari tempat pengamatan sampai dengan titik pada sungai utama yang berjarak paling dekat dengan titik berat DAS.

Menurut Triatmodjo (2015), ada empat parameter yaitu waktu kelambatan, aliran puncak, waktu dasar, dan durasi standar dari hujan efektif untuk hidrograf satuan dikaitkan dengan geometri fisik dari DAS dengan hubungan berikut yang dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 11 Persamaan Metode *Snyder*

No	Persamaan	Keterangan
1	$tp = Ct(LLc)^{0,3}$	Waktu dari titik berat tD
2	$Qp = \frac{CpA}{tp}$	Debit puncak
3	$T = 3 + \frac{tp}{8}$	Waktu dasar
4	$tD = \frac{tp}{5,5}$	Durasi standar
5	$tpR = tp + 0,25 (tr - tD)$	Waktu titik berat Tr
6	$QpR = Qp \frac{tp}{tpR}$	Debit puncak
7	$pr = \frac{tR}{2} + tpR$	Waktu dari awal hujan hingga puncak
8	$W50 = \frac{0,23A^{1,08}}{QpR^{1,08}}$	Lebar unit hidrograf debit 50%
9	$W75 = \frac{0,13A^{1,08}}{QpR^{1,08}}$	Lebar unit hidrograf debit 75%
10	$X = \frac{t}{p}$	
11	$l = \frac{Qp \times Tp}{A \times h}$	
12	$a = 1,32 \times l^2 + 0,15 \times l + 0,045$	
13	$Y = 10^{\frac{(-a(1-x)^2}{x}}$	
14	$Qt = Qp \times y$	Debit hidrograf satuan

dengan keterangan sebagai berikut :

tp : waktu dari titik berat durasi hujan efektif tD ke puncak hidrograf satuan (jam)

tr : durasi hujan efektif (jam)

tD : durasi standar dari hujan efektif (jam)

tpR : waktu dari titik berat hujan tr ke puncak hidrograf satuan (jam)

T : waktu dasar hidrograf satuan (jam)

Qp : debit puncak untuk durasi tD

QpR : debit puncak untuk durasi tr

- L : panjang sungai utama terhadap titik kontrol yang di tinjau (km)
 Lc : jarak antara titik kontrol ke titik yang terdekat dengan titik berat DAS (km)
 A : luas DAS (km²)
 Ct : koefisien yang tergantung kemiringan Das, yang bervariasi dari 1,4 sampai 1,7
 Cp : koefisien yang tergantung pada karakteristik DAS, yang bervariasi antara 0,15 sampai 0,1
 pr : waktu dari awal hujan hingga puncak debit hidrograf (jam)
 W50 : lebar unit hidrograf pada debit 50% dari debit puncak (jam)
 W75 : lebar unit hidrograf pada debit 75% dari debit puncak (jam)

Berikut adalah perhitungan hidrograf satuan sintetik (HHS) dengan menggunakan metode *Snyder* pada tinjauan DAS Gajah Wong berdasarkan parameter-parameter di atas.

Diketahui:

$$\begin{array}{lll} A = 48,84 \text{ km}^2 & C_p = 0,19 & t_r = 5 \text{ jam} \\ L = 36,5 \text{ km} & C_t = 1,4 & \\ L_c = 12 \text{ km} & n = 0,3 & \end{array}$$

a. Menghitung t_p :

$$t_p = C_t(LLc)^{0,3} = 1,4 (36,5 \times 12)^{0,3} = 8,68 \text{ jam}$$

b. Menghitung nilai Q_p :

$$Q_p = \frac{C_p A}{t_p} = \frac{0,19 \times 48,84}{8,68} = 1,07$$

c. Menghitung nilai t_{pR} :

$$T_b = 3 + \frac{t_p}{8} = 3 + \frac{8,68}{8} = 4,08 \text{ hari} = 99 \text{ jam}$$

$$t_D = \frac{t_p}{5,5} = \frac{8,68}{5,5} = 1,58 \text{ jam}$$

jika $t_D < t_r$ maka:

$$t_{pR} = t_p + 0,25 (t_r - t_D) = 8,68 + 0,25 (5 - 1,58) = 9,54 \text{ jam}$$

d. Menghitung nilai debit puncak (Q_{pR}):

$$Q_{pR} = Q_p \frac{t_p}{t_{pR}} = 1,07 \frac{8,68}{9,54} = 0,97 \text{ m}^3/\text{d}$$

e. Menghitung waktu dari awal hujan hingga puncak (pr):

$$pr = \frac{t_R}{2} + t_{pR} = \frac{5}{2} + 9,54 = 12,04 \text{ jam}$$

$$W50 = \frac{0,23A^{1,08}}{QpR^{1,08}} = \frac{0,23 \times 48,84^{1,08}}{0,97^{1,08}} = 14,04 \text{ jam}$$

$$W75 = \frac{0,13A^{1,08}}{QpR^{1,08}} = \frac{0,13 \times 48,84^{1,08}}{0,97^{1,08}} = 7,58 \text{ jam}$$

- f. Menghitung parameter kalibrasi lengkung hidrograf dengan rumus *ALEXEJEV*:

$$X = \frac{t}{pr} = \frac{1}{12,04} = 0,083 \text{ (nilai x pada jam ke-1)}$$

$$l = \frac{Qp \times Tp}{A \times h} = \frac{1,07 \times 8,68}{48,84 \times 1} = 0,19$$

$$a = 1,32 \times l^2 + 0,15 \times l + 0,045 = 1,32 \times 0,19^2 + 0,15 \times 0,19 + 0,045 = 0,121$$

$$Y = 10^{\frac{(-a(1-x))^2}{x}} = 10^{\frac{(-0,121(1-0,083))^2}{0,083}} = 0,059 \text{ (nilai y pada jam ke-1)}$$

$$Qt = Qp \times y = 1,07 \times 0,059 = 0,064 \text{ (debit hidrograf pada jam ke-1)}$$

Hasil dari debit hidrograf satuan menggunakan metode *Snyder* pada hujan jam-jaman selama 10 hari tinjauan dapat dilihat pada Lampiran 55.

3.4.9. Analisis Hidrograf Banjir DAS Gajah Wong

Pada penelitian ini, analisis hidrograf banjir menggunakan hujan efektif jam-jaman yang kemudian dikalikan dengan debit jam-jaman berupa hasil dari analisis menggunakan metode *Snyder* untuk mendapatkan perbandingan hidrograf banjir DAS Gajah Wong seperti pada Tabel 3.7

Tabel 3. 12 Contoh perhitungan hidrograf banjir

T (jam) (A)	Debit Hidrograf (m ² /d) (B)	Hujan Efektif (mm) (C)
0	0	=B1*C
1	0,02	=0,02*9,94 = 0,25

Pada penelitian ini, hasil analisis hidrograf banjir dilakukan dengan cara masing-masing hujan efektif *ARR* maupun *TRMM* dikalikan dengan debit hidrograf satuan jam-jaman dengan waktu sepanjang 240 jam atau 10 hari. Debit hidrograf banjir akan mengalami penurunan atau keterlambatan waktu jika hujan efektif memiliki nilai pada jam-jam berikutnya yang kemudian dijumlahkan pada tiap jamnya untuk mendapatkan limpasan total atau *Qtot*. Hasil perhitungan debit limpasan *ARR* dan *TRMM* untuk mendapatkan perbandingan hidrograf banjir di antara keduanya, dapat dilihat pada Lampiran 34 sampai Lampiran 53.