

KAJIAN KARAKTERISTIK FISIK & HIDROLOGI DAERAH ALIRAN SUNGAI KONTO HULU KECAMATAN PUJON, KABUPATEN MALANG

Lulus Indrapraja¹, Eko Noerhayati², Azizah Rachmawati²

1Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, e-mail: lulusindrapraja@gmail.com

2Dosen Teknik Sipil x Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, e-mail : eko.noerhayati@unisma.ac.id

3Dosen Teknik Sipil x Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, e-mail : azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK: Perilaku DAS selain dipengaruhi oleh penggunaan lahan, sebagai akibat aktivitas manusia, juga sangat tergantung dari sifat alami DAS. Karakteristik dasar alami DAS disebut Morfometri DAS. Morfometri merupakan sifat atau karakteristik yang dipengaruhi faktor alamiah suatu DAS yang tidak dapat diubah manusia. Karakteristik morfometri DAS seperti luas DAS, lebar DAS, bentuk DAS, jaringan sungai, pola aliran, kerapatan aliran, penentuan sungai utama, panjang sungai utama. Karakteristik morfometri sangat diperlukan untuk mempelajari DAS tersebut untuk ketepatan dalam melakukan pengelolaan DAS. Aliran sungai Konto mengalir dari daerah Batu turun ke wilayah daerah Pujon. Terletak diantara 112o 14'1" - 122o 30'31" Bujur Timur dan 7 o 45'49"- 7 o 50'8" Lintang. Dari analisis diperoleh batas DAS Koto dari titik kontrol yang ditentukan, diperoleh luas DAS (A) sebesar 89,587 km² atau 8.958,70 Ha, keliling DAS (P) sebesar 62,586 km. Berdasarkan luasnya, DAS yang terbentuk berdasarkan klasifikasi DAS dikelompokkan DAS Sangat Kecil (kurang dari 10.000 Ha). Tetapi dengan rata-rata curah hujan lebih dari 2000 mm dengan kemiringan (slope) 0,076 dapat berakibat pada kecepatan rambat banjir 6,262 m/dt atau pada waktu yaitu hanya 0,628 Jam atau 37.56 menit dari hulu sungai menuju titik kontrol (hilir) sepanjang 14,157 km dengan Debit Puncak Banjir Rancangan pada waktu (t) : 1,8 jam.

Kata kunci: DAS Konto, Karakteristik Fisik dan Hidrologi, Pujon

ABSTRACT: Besides being influenced by land use behavior, as a result of human activities, watershed behavior is also very dependent on the nature of the watershed. The basic natural characteristic of a watershed is called Morphometry DAS. Morphometry is a characteristic that is influenced by natural factors of a watershed that cannot be changed by humans. Watershed morphometry characteristics such as watershed width, watershed width, watershed shape, river network, flow pattern, flow density, determination of main river, length of main river. Morphometric characteristics are very necessary to study the watershed for the accuracy in carrying out watershed management. The Konto river flows from the Batu area down to the Pujon area. Located between 112o 14 '1 " - 122o 30 '31" East Longitude and 7 o 45 '49 " - 7 o 50 '8" Latitude. From the analysis obtained the boundary of the Koto watershed from the specified control point, the width of the watershed (A) was 89,587 km² or 8,958.70 Ha, the circumference of the watershed (P) was 62,586 km. Based on breadth, watersheds formed based on the classification of watersheds are classified as Very Small (less than 10,000 Ha). But with an average rainfall of more than 2000 mm with a slope of 0.076 can result in a flood propagation speed of 6.262 m / s or at a time of only 0.628 Hours or 37.56 minutes from the head of the river to the control point (downstream) along 14.157 km with Flood Peak Discharge Design at time (t): 1.8 hours

Keywords: DAS Konto, Karakteristik Fisik dan Hidrologi, Pujon

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Kombinasi antara faktor morfometri DAS dengan faktor-faktor yang dapat diubah

manusia (manageable) seperti tata guna lahan, kemiringan dan panjang lereng akan memberikan respon spesifik dari DAS terhadap curah hujan yang jatuh. Respon tersebut akan mempengaruhi besar-kecilnya

nilai parameter karakteristik hidrologi seperti evapotranspirasi, infiltrasi, aliran permukaan, kandungan air tanah dan perilaku aliran sungai (Glennon, 2001; Luo and Howard, 2006; Nöges, 2009; dan Rahayu, dkk., 2009). Karakteristik morfometri DAS selain dapat mempengaruhi karakteristik kualitas air yang keluar dari daerah tangkapannya, juga dapat digunakan untuk menduga hidrograf satuan (alih ragam hujan menjadi limpasan) (Supangat, 2012).

Das Konto merupakan daerah yang seringkali mengalami terjadi bencana banjir maupun tanah longsor. Mengingat banyak terdapat pengambilan bendung untuk irigasi serta terdapat Bendungan Selorejo untuk PLTA dan juga sepanjang DAS Konto ini bersebelahan dengan jalan propinsi penghubung antara Kota Malang dengan Kota Kediri. Oleh karena itu dipandang sangat diperlukan upaya-upaya untuk meminimalisir akibat yang akan ditimbulkan dengan melakukan Kajian pada Karakteristik DAS Konto. Sehingga diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan masukan bagi penyusunan rencana pengelolaan DAS..

2. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang terjadi pada DAS Konto Hulu diantaranya yaitu :

- 1) Sering terdapat aliran banjir yang membawa debris tinggi yang berakibat besarnya daya rusak air Sungai Konto terhadap bangunan air yang ada.
- 2) Adanya kerusakan yang seringkali terjadi pada bangunan-bangunan pengambilan irigasi (bendung) di daerah sekitar Kecamatan Pujon dan Ngantang.

guna mengatasi daerah terdampak di kawasan DAS Konto perlu dilakukan kajian secara menyeluruh. Oleh karena itu dipandang sangat diperlukan upaya-upaya untuk meminimalisir akibat yang akan ditimbulkan

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas untuk memperoleh pemahaman mengenai karakteristik fisik DAS dan karakteristik hidrologi DAS didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengetahui karakteristik morfometri DAS Konto dengan beberapa kajian antara lain; Berapa batas DAS, Berapa Perhitungan lebar DAS, Analisis panjang sungai, Identifikasi jaringan sungai, Analisis bentuk DAS ?
2. Berapa perhitungan besar kerapatan jaringan sungai (drainage density), Kemiringan memanjangnya (slope) pada sungai utama dan analisis perkiraan kecepatan rambat banjir ?
3. Bagaimana memahami Hidrologi DAS seperti analisa curah hujan rancangan, besaran perhitungan curah hujan efektif dan Hidrograf Metode Nakayasu ?

3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin dicapai pada studi ini adalah :

- 1) Karakteristik morfometri DAS Konto dengan beberapa kajian antara lain; Analisis batas DAS, Perhitungan lebar DAS, Analisis panjang sungai, Identifikasi jaringan sungai, Analisis bentuk DAS.
- 2) Perhitungan besarnya kerapatan jaringan sungai (drainage density), Kemiringan memanjangnya (slope) sungai utama, Analisis perkiraan kecepatan rambat banjir.
- 3) Analisis Hidrologi DAS.

Manfaat dari studi ini adalah sebagai masukan / pertimbangan bagi instansi terkait dalam perencanaan dan pembangunan sistem pengelolaan yang berkelanjutan dalam pengelolaan DAS.

TINJAUAN PUSTAKA

Metode-metode yang digunakan dalam menyelesaikan studi ini :

1. Karakteristik Fisik/morfometri DAS

Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dan Perhutanan Sosial No: P.3/V-Set/2013, dijelaskan bahwa data karakteristik morfometri DAS diperoleh dari hasil interpretasi dan pengukuran setelah dilakukan deliniasi batas DAS yang meliputi: luas DAS, lebar DAS, bentuk DAS, jaringan sungai, pola aliran,

kerapatan aliran, profil sungai utama (penentuan sungai utama, panjang sungai utama, panjang sungai terpanjang, perbedaan tinggi) dan gradien sungai.

- **Menentukan batas DAS**
Menurut Triatmodjo (2013), batas DAS dapat ditentukan dengan. Garis-garis kontur dipelajari untuk menentukan arah dari limpasan permukaan. Limpasan berasal dari titik-titik tertinggi dan bergerak menuju titik-titik yang lebih rendah dalam arah tegak lurus dengan garis-garis kontur. Daerah yang dibatasi oleh garis yang menghubungkan titik-titik tertinggi tersebut adalah DAS
- **Mengetahui Luas & Klasifikasi DAS**
Untuk mengetahui besarnya luas DAS dapat dilakukan dengan:
 - a. Menggunakan kertas millimeter grafis dan luas DAS adalah jumlah kotak tercakup, dikalikan unit kotak, kemudian dikalikan skala peta
 - b. Menggunakan planimeter
 - c. Menggunakan Sistem Informasi Geografis / digitizer-computer

Klasifikasi DAS Berdasarkan Luasannya

No.	Luas DAS (Ha)	Klasifikasi DAS
1	1.500.000 keatas	DAS sangat besar
2	500.000 - < 1.500.000	DAS besar
3	100.000 - < 500.000	DAS sedang
4	10.000 - < 100.000	DAS kecil
5	Kurang dari 10.000	DAS sangat kecil

- **Titik Berat DAS**
Dengan mengacu pada peta DAS yang telah diberi grid tersebut, maka koordinat titik berat DAS dapat dihitung dengan pendekatan sebagai berikut:

$$X = \frac{\sum xi.ni}{N}; Y = \frac{\sum yi.ni}{N}$$
 Dimana:
 X, Y = Koordinat titik berat DAS
 xi,yi = Koordinat titik ke-i
 N = Jumlah titik yang tercakup dalam DAS
- **Lebar DAS**

Pada dasarnya, lebar DAS tidak ditentukan dengan pengukuran langsung tetapi dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Seyhan, 1977) :

$$W=A/Lb$$

Dimana:

W = Lebar DAS (km)

A = Luas DAS (km²)

Lb = Panjang sungai utama (km)

- **Bentuk DAS**

Bentuk DAS sangat berpengaruh terhadap pola aliran dan ketajaman puncak (discharge) banjir. Bentuk DAS sulit untuk dinyatakan dalam bentuk kuantitatif. Selain dapat dilihat dari foto udara bentuk DAS dapat didekati dengan nisbah kebulatan (circularity ratio) dan nisbah kepanjangan (elongation ratio)

Menurut Schum (1956), nisbah kepanjangan suatu DAS dapat dihitung sebagai berikut:

$$Re = 1,192 \times \frac{A^{\frac{1}{2}}}{Lb}$$

Dimana:

Re = Nisbah Kepanjangan

A = Luas DAS (km²)

Lb = Panjang sungai utama (km)

Sedangkan menurut Miller (1953), nisbah kebulatan suatu DAS dapat dihitung sebagai berikut:

$$Rc = \frac{4\pi A}{p^2}$$

Dimana:

Rc = Nisbah Kebulatan

A = Luas DAS (km²)

p = Perimeter/ keliling DAS (km)

No.	Indeks	Nilai
1	Rc > Re	Membulat
2	Rc < Re	Memanjang

- **Jaringan Sungai**

Penentuan orde sungai menurut Metode Strahler dilakukan dengan beberapa ketentuan sebagai berikut (Triatmodjo, 2013):

- a. Anak sungai paling ujung (hulu) sebagai sungai tingkat satu (orde 1)

b. Apabila terjadi dua alur dengan tingkat yang sama bergabung, maka tingkat alur di hilir percabangan tersebut meningkat satu tingkat (misal: sungai orde i bertemu sungai orde i , maka alur sungai gabungannya menjadi orde $i + 1$)
 c. Apabila sebuah alur sungai dengan suatu tingkat bertemu dengan sungai yang mempunyai tingkat lebih rendah maka tingkat sungai pertama tidak berubah (misal: sungai orde i bertemu dengan sungai orde $< i$, maka alur sungai gabungannya tetap orde i)

- **Profil Sungai Utama**

Sungai merupakan jalan air alami, yang mengalir menuju samudera, danau, laut dan atau ke sungai yang lain. Sungai terdiri dari beberapa bagian, bermula dari mata air yang mengalir ke anak sungai, kemudian beberapa anak sungai akan bergabung untuk membentuk sungai utama. Alur sungai A – A adalah sungai utama, sedangkan B – 1, C – 2, E – 3, dan D – 4 adalah anak-anak sungai

- **Kecepatan Rambat Banjir**

Komponen T merupakan komponen yang paling penting dalam perhitungan, dan ketelitian hasilnya akan sangat menentukan ketelitian hasil perhitungan Q . Rumus yang digunakan untuk menghitung waktu tiba banjir adalah (Sosrodarsono dan Takeda, 1989):

$$T = \alpha + \frac{L}{W} \quad (2.7)$$

$$W = 72 \left(\frac{H}{L} \right)^{0,6} \quad (km/jam)$$

$$W = 20 \left(\frac{H}{L} \right)^{0,6} \quad (m/dt)$$

Dimana:

- T_c = Waktu tiba banjir (jam)
- H = Beda tinggi antara titik yang ditinjau dengan titik yang terjauh dari alur sungai (m)
- L = Panjang alur sungai dari titik yang terjauh sampai titik yang ditinjau (km)

W = Kecepatan rambat banjir (km/jam)

2. Hidrologi DAS

- **Uji Konsistensi Data Hujan**

Untuk uji konsistensi digunakan cara statistik :

$$Q_{RAPS} = \max |S_k^{**}|, 0 \leq k \leq n$$

Atau nilai range

$$R_{RAPS} = \text{maksimum } S_k^{**} - \text{minimum } S_k^{**}, \text{ dengan } 0 \leq k \leq n$$

- **Curah Hujan Rancangan**

Tahapan untuk menghitung hujan rancangan maksimum dengan metode Log Pearson III adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995):

Data curah hujan harian maksimum tahunan sebanyak n buah $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ diubah dalam bentuk logaritma ($\log X_1, \log X_2, \log X_3, \dots, \log X_n$)

Dihitung nilai logaritma rata-rata $\log \bar{X} = 1/n \sum_{i=1}^n \log [X_i]$

Dihitung harga simpangan baku $S = \sqrt{((\sum_{i=1}^n (\log [X_i] - \log \bar{X})^2) / (n-1))}$

Dihitung harga koefisien kepengcengan $C_s = (n \sum_{i=1}^n ((\log [X_i] - \log \bar{X})^3) / ((n-1)(n-2)S^2)$

Hitung logaritma curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu $\log [X = \log [(\bar{X} + G.S)]$

Hitung antilog X untuk mendapatkan curah hujan rancangan maksimum dengan kala ulang tertentu yang dikehendaki.

Dengan :

$\log X$ = Nilai logaritma dari curah hujan rancangan dengan kala ulang dengan kala ulang tertentu

$\log \bar{X}$ = Rata-rata logaritma dari hujan rata-rata maksimum daerah

$\log X_i$ = Nilai logaritma dari hujan rata-rata maksimum daerah

G = Merupakan konstanta yang didapatkan dari tabel Log Pearson Type III (Tabel 2.5 dan Tabel 2.6) dari hubungan antara C_s dan periode ulang (T).

S = Simpangan baku

n = Jumlah data
Cs = Koefisien kepencengan

Re = curah hujan efektif
f = koefisien pengaliran sungai

• **Analisa Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu**

Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Nakayasu merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan dalam suatu DAS. HSS Nakayasu dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang (Soemarto, 1987). Untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut. Adapun karakteristik tersebut adalah:

- Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (time to peak magnitute).
- Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (time log).
- Tenggang waktu hidrograf (time base ofhydrograf).
- Luas daerah pengaliran.
- Panjang alur sungai utama (lenght of thelongest channel)

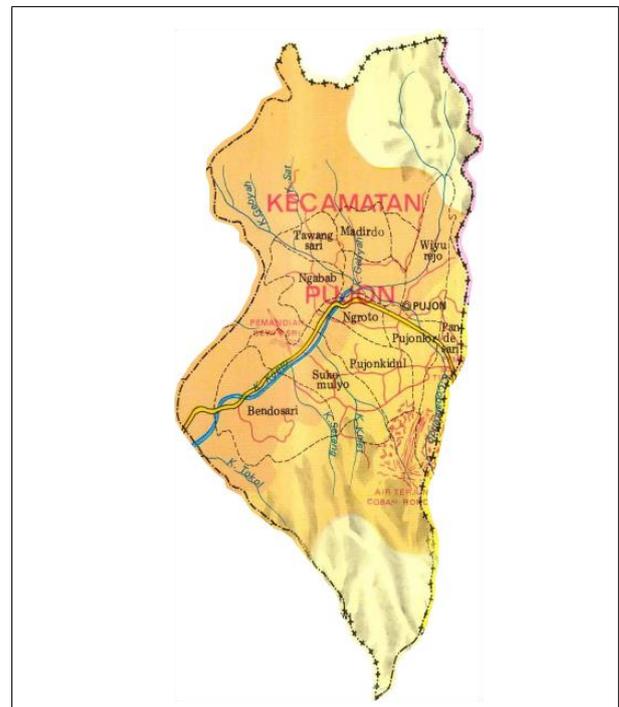
tahapan perhitungan hidrograf satuan sintetis Nakayasu adalah sebagai berikut:

- ✓ Data yang telah ada untuk diproses R24 dalam mm, panjang sungai (L) dalam (km), dan Luas DAS (A) dalam (km²).
- ✓ Menghitung curah hujan efektif tiap jam
 $R_t = R_{24} / t [t/T]^{(2/3)}$
 Dimana :
 R_t = rerata hujan dari awal sampai jam ke t dalam mm/jam.
 T = waktu hujan sampai jam ke t (jam)
 R_{24} = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- ✓ Distribusi hujan pada jam ke-T.
 $R_t = t R_{t-(t-1)} . R_{t-(t-1)}$
 Dimana :
 R_t = intensitas curah hujan pada jam t dalam mm/jam
 R_{t-1} = rerata curah hujan dari awal sampai jam ke (t-1)
- ✓ Hujan efektif
 $Re = f . R_T$
 Dimana:

METODE PENELITIAN

1. Kondisi Daerah Studi

Sungai Konto adalah bagian dari anak sungai Kali Beratas yang bersumber dari mata air Gunung Anjasmoro dan Gunung Argowayan, aliran sungai Konto mengalir dari daerah Batu turun ke wilayah daerah Pujon, Ngantan dan Kecamatan Kasembon. Terletak diantara 112o 14'1" - 122o 30'31" Bujur Timur dan 7 o 45'49"- 7 o 50'8" Lintang Selatan dan memiliki keadaan topografi dan kemiringan lereng curam (> 25%). Jenis tanah dominan adalah regosol yang memiliki sifat peka erosi dan curah hujan tahun 2018 lebih dari 2000 mm/tahun.



Peta lokasi studi DAS Konto Kec. Pujon

2. Sistematika Penelitian

Pengumpulan Data

Data Primer

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan.

Data sekunder

Data peta Rupa Bumi Digital Indonesia (RBI) Data peta daerah wilayah kecamatan Pujon dan peta daerah Banjarejo yang merupakan hulu sungai Konto.

Pemilihan Lokasi

Dipilihnya Pujon sebagai titik lokasi penelitian dikarenakan merupakan bagian hulu dari sungai Konto. Bagian hulu Sungai Konto perlu mendapat perhatian khusus dalam kajian ini karena bagian hulu sebuah DAS mempunyai peran yang besar terhadap daya rusaknya.

- Analisis Karakteristik Fisik DAS

1. Penentuan Batas DAS

Penentuan Batas DAS diperoleh dari digitasi Peta RBI kedalam Auto Cad agar diperoleh garis kontur yang lebih detail.

2. Perhitungan Luas dan Klasifikasi DAS

Luas DAS dianalisa menggunakan digitizer-computer, dalam hal ini menggunakan software Auto-CAD dengan mengkalkulasi luasan poligon dari hasil penggambaran batas DAS.

3. Penentuan Alur sungai Utama

Sungai utama ditentukan dengan menelusuri peta sungai dari titik paling hilir (outlet DAS) ke arah hulu dengan memperhatikan pertemuan antara 2 (dua) sungai.

4. Analisa Orde Sungai

Pada suatu DAS salah satu karakteristik yang sangat penting untuk dipelajari adalah mengenai jaringan atau susunan sungainya. Jaringan sungai dapat diklasifikasikan secara kuantitatif dengan pemberian orde sungai maupun cabang – cabang sungai secara sistematis.

Klasifikasi orde sungai dalam studi ini dilakukan menggunakan Metode Stahler (1952) dengan Tahapan yang dilakukan untuk mengklasifikasikan ordo sungai adalah sebagai berikut:

Mengidentifikasi jaringan sungai yang ada didalam DAS

Pemberian nomor orde pada sungai sesuai dengan ketentuan dalam Metode Stahler, yang dimulai dari sungai-sungai paling hulu. Setelah teridentifikasi orde masing-masing alur sungai, kemudian dilakukan penandaan orde sungai

dengan memberi kode nomor pada masing-masing alur sungai.

Mengidentifikasi masing-masing orde sungai dengan mengukur panjang alur sungainya, dan dijumlahkan untuk memperoleh panjang keseluruhan jaringan sungai yang ada di dalam DAS yang dikaji.

5. Analisis Lebar DAS

Pada dasarnya, lebar DAS tidak ditentukan dengan pengukuran langsung tetapi dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Seyhan, 1977).

Perhitungan Lebar DAS Menggunakan Rumus

Pengukuran Lebar DAS Melalui Titik Berat

7. Analisa Bentuk DAS

Bentuk DAS Berdasarkan Nisbah Kepanjangannya dan Kebulatan

Bentuk DAS Berdasarkan Pola Jaringan Sungai

Faktor Bentuk DAS

8. Perhitungan Indeks Kerapatan Anak Sungai (Tributaries Index)

9. Pembagian Segmen Alur Sungai

10. Analisis Nilai Slope Alur Sungai Utama

11. Analisis Kecepatan Rambat Banjir

- Analisis Hidrologi DAS

- Uji Konsistensi Data Hujan

- Analisa Curah Hujan Rancangan

- Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

- Uji Smirnov Kolmogorov

- Uji Chi Square

- Perhitungan Curah Hujan Efektif Jam-jaman

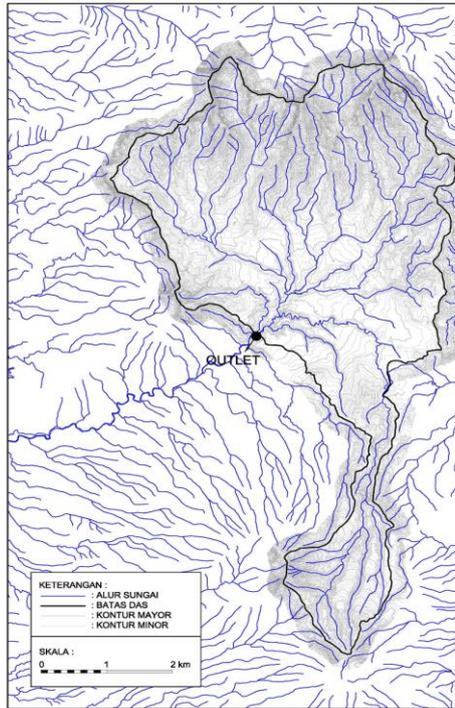
- Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik dengan Metode Nakayasu

ANALISA DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Karakteristik Fisik DAS dan Perhitungan Luas dan Klasifikasi DAS

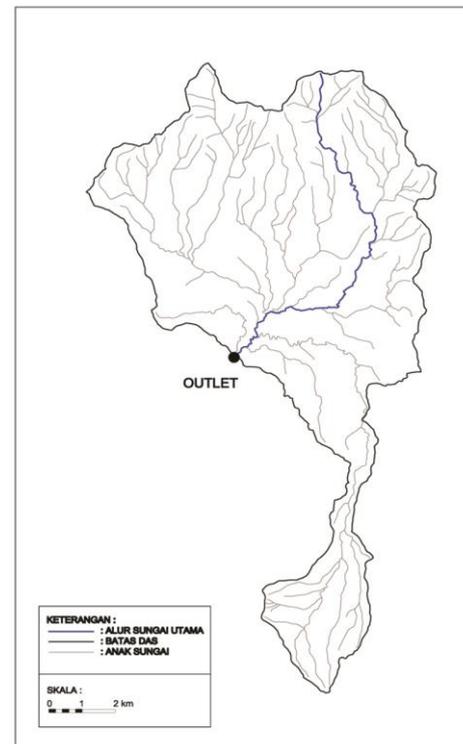
Dari hasil analisa diketahui bahwa luas DAS yang diperoleh sebesar 89,587 km² atau 8.958,70 Ha. Selain luas DAS juga diketahui keliling DAS sebesar 62,586 km. Sehingga berdasarkan luasnya, DAS yang terbentuk

berdasarkan klasifikasi DAS dari Kementerian Kehutanan (Tabel 2.1), dikelompokkan sebagai DAS Sangat Kecil (kurang dari 10.000 Ha).



alur sungai, yang terkadang sedikit berbeda dengan kondisi dilapangan.

Dari hasil analisis, diperoleh sungai utama seperti ditunjukkan pada Gambar 4.8 dengan panjang sungai dari hulu hingga output DAS sepanjang 14,157 km.



2. Penentuan Alur sungai Utama

Dalam menentukan sungai utama

Orde ke-	Jumlah Alur	Total Panjang Alur (Km)
1	92	109.759
2	51	42.342
3	23	28.501
4	6	6.359
5	9	5.305
Panjang Jaringan Sungai		192.266

ini, selain menggunakan media peta RBI dan hasil digitasinya, juga digunakan bantuan citra satelit (Google Map) sebagai bahan pertimbangan dalam penentuan sungai utama. Hal ini perlu dilakukan karena dalam proses digitasi banyak ditemui penyederhanaan obyek-obyek seperti

3. Analisa Orde Sungai

Dari hasil identifikasi jaringan sungai pada DAS yang dikaji, terdapat 5 orde sungai dengan panjang total jaringan sungai sepanjang 192, 266 km

4. Analisis Lebar dan Titik Berat DAS

Berdasarkan hasil analisa luas DAS (A) dan panjang alur sungai utama (Lb), diketahui data sebagai berikut:

$$A = 89,587 \text{ km}^2$$

$$Lb = 14,157 \text{ km}$$

Sehingga lebar DAS dapat dihitung sebagai berikut:

$$W = A/Lb$$

$$W = 89,587/14,157$$

$$W = 6,328 \text{ km}$$

Dari hasil perhitungan diperoleh lebar DAS rata-rata sebesar 6,328 km

Dengan menggunakan metode sistem grid dihasilkan :

Absis X (1)	Jumlah Titik (2)	(1)*(2)
1	1	1
2	3	6
3	6	18
4	8	32
5	8	40
6	11	66
7	14	98
8	17	136
9	15	135
10	8	80
11	1	11
12	0	0
Jumlah	92	623
Nilai x		6.77

Absis Y (3)	Jumlah Titik (4)	(3)*(4)
1	0	0
2	2	4
3	4	12
4	3	12
5	2	10
6	1	6
7	0	0
8	1	8
9	2	18
10	3	30
11	5	55
12	6	72
13	8	104
14	8	112
15	8	120
16	9	144
17	11	187
18	9	162
19	6	114
20	4	80
21	0	0
Jumlah	92	1250
Nilai Y		13.59

Diperoleh koordinat titik berat DAS berada pada X: 6,772 km dan Y: 13,587 km atau pada $112^{\circ} 27' 36,442''$ dan $07^{\circ} 49' 50,912''$ LS (Gambar 4.11) Dan lebar DAS pada titik berat DAS sebesar 10,543 km

5. Analisis bentuk DAS

Dari hasil analisis diketahui data sebagai berikut:

Luas DAS (A) : 89,587 km²
 Keliling DAS (P) : 62,586 km
 Panjang Sungai Utama (Lb) : 14,157 km
 Sehingga kepanjangan DAS (Re) dan kebulatan DAS (Rc) dapat dihitung sebagai berikut:

$$m = \frac{A}{B \times Lb} = \frac{89,587}{10,543 \times 14,157} = 0,60$$

$$a = \frac{B}{Lb} = \frac{10,543}{14,157} = 0,745$$

Dimana:

Re = Nisbah Kepanjangan

A = Luas DAS (km²)

Lb = Panjang sungai utama (km)

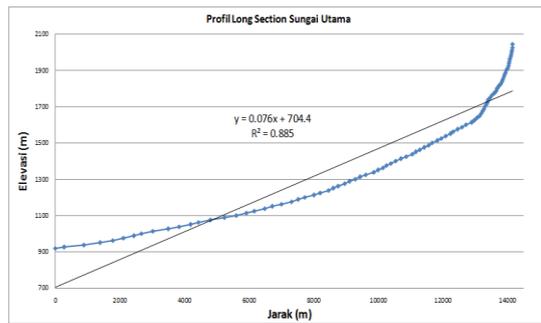
Dari hasil perhitungan diketahui bahwa nilai $Rc < Re$, sehingga dapat disimpulkan sesuai dengan Tabel 2.3 bahwa bentuk DAS cenderung memanjang.

6. Pembagian Segmen Alur Sungai

Dari profil memanjang masing-masing zona, dapat diketahui bahwa sungai bagian hilir memiliki panjang 8,461 km, bagian tengah memiliki panjang 4,436 km, dan bagian hulu memiliki panjang 1,260 km. Kemiringan sungai bagian hilir (0,037) < kemiringan sungai bagian tengah (0,085) < kemiringan sungai bagian hulu (0,325).

Kemiringan alur sungai dapat juga diketahui dengan persamaan regresi linear seperti pada Gambar 4.18 Dari hasil

analisa regresi linear diperoleh kemiringan alur sungai utama sebesar 0,076



Gambar 4.18

7. Analisis Kecepatan Rambat Banjir

Dari hasil analisis diketahui data sebagai berikut:

Panjang Sungai Utama (L_b) : 14156,605 m

Elevasi di output DAS : 918,730 m

Elevasi di hulu sungai : 2043,750 m

Sehingga kecepatan dan waktu tiba banjir dapat dihitung sebagai berikut:

$$H = \text{Elv. di hulu} - \text{Elv. di output}$$

$$= 2043,750 - 918,730$$

$$= 1125,02 \text{ m}$$

$$W = 20 \left(\frac{H}{L_b} \right)^{0,6}$$

$$= 20 \left(\frac{2043,750}{14156,605} \right)^{0,6}$$

$$= 6,262 \text{ m/dt}$$

$$T = \frac{L_b}{W} \quad (2.7)$$

$$= \frac{14156,605}{6,262}$$

$$= 2260,716 \text{ dt}$$

$$= 37,679 \text{ menit}$$

$$= 0,628 \text{ jam}$$

Dimana:

T_c = Waktu tiba banjir (jam)

H = Beda tinggi antara titik yang ditinjau dengan titik yang terjauh dari alur sungai (m)

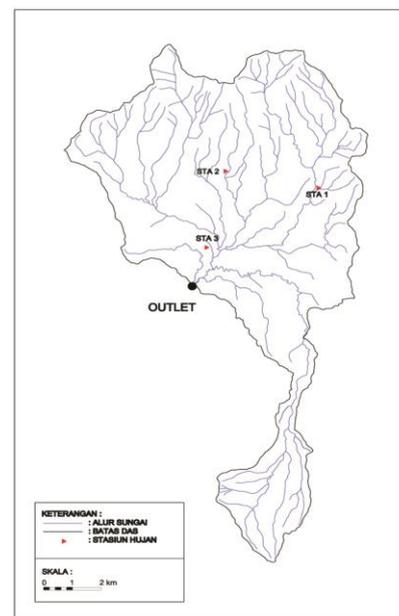
L = Panjang alur sungai dari titik yang terjauh sampai titik yang ditinjau (km)

W = Kecepatan rambat banjir (km/jam)

2. Analisis Hidrologi DAS

2.1 Stasiun Hujan dan Data Hujan

Sedangkan data hujan yang digunakan adalah data hujan dari stasiun penakar hujan yang berpengaruh pada daerah aliran sungai Konto, yakni pengaliran pengamatan Pujon, Ngantang dan Kasembon, pada periode tahun 2009 – 2018. Untuk memudahkan analisa, maka untuk selanjutnya data hujan pada Sta. Sekar akan mewakili data hujan pada Sta. 1, data hujan pada Sta. Pujon akan mewakili data hujan pada Sta. 2, dan data hujan pada Sta. Kedungrejo akan mewakili data hujan pada Sta. 3.

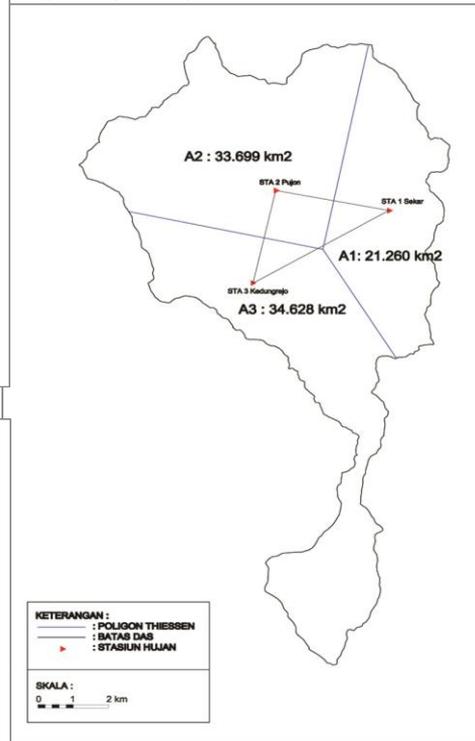
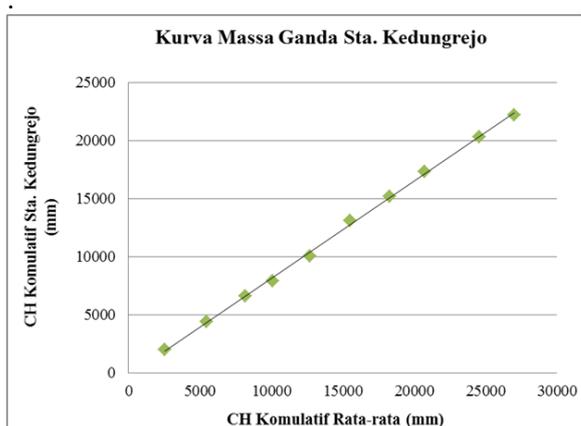
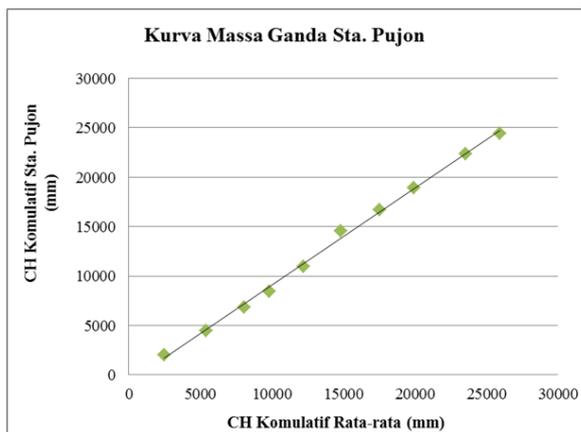
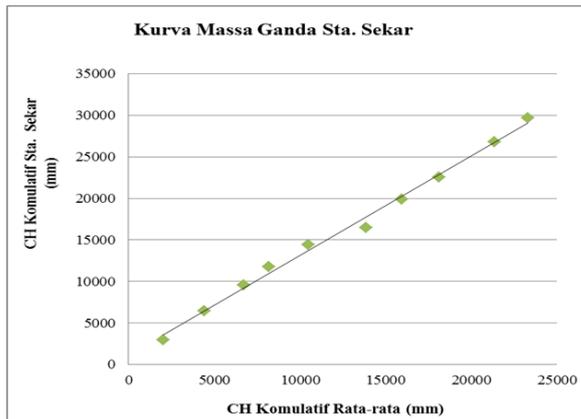


2.2 Uji Konsistensi Data Hujan

Untuk dapat mengetahui adanya penyimpangan pada data curah hujan, perlu dilakukan uji konsistensi terhadap data-data yang diperoleh dari stasiun penakar hujan. Untuk keperluan ini, dapat digunakan metode Analisis Lengkung Massa Ganda. Tidak konsistennya data dapat ditunjukkan oleh penyimpangan grafik terhadap tren semula.

Jika terjadi penyimpangan, maka data hujan tersebut harus dilakukan suatu koreksi

stasiun hujan dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luas tertentu. Hasil analisa luas pengaruh stasiun hujan pada DAS yang dikaji disajikan dalam Gambar 4.23



Gambar 4.23 Luas pengaruh stasiun hujan dengan Metode Poligon Thiessen
Sumber Hasil analisa

Tahun	Tgl Kejadian	CH Sekar (mm)	CH Pujon (mm)	CH Kedungrejo (mm)	CH Rerata (mm)
2018	22 Februari 2018	164	22	16	67.33
2017	18 Desember 2017	124	28	30	60.67
2016	16 Februari 2016	102	10	0	37.33
2015	04 Maret 2015	94	20	43	52.33
2014	28 Desember 2014	169	48	39	85.33
2013	19 April 2013	108	56	49	71.00
2012	30 Januari 2012	121	38	29	62.67
2011	24 Nopember 2011	78	9	0	29.00
2010	5 Desember 2010	91	48	26	55.00
2009	13 Januari 2009	120	7	5	44.00

Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan Stasiun Sekar

2.3 Curah Hujan Daerah Rerata

Untuk dapat menghitung curah hujan rerata, terlebih dahulu harus diketahui luasan pengaruh setiap stasiun hujan. Untuk mengetahui luas pengaruh tiap stasiun hujan, digunakan metode Poligon Thiessen, karena metode ini memberikan nilai tertentu untuk setiap stasiun hujan dengan maksud setiap

Tahun	Tgl Kejadian	CH Pujon (mm)	CH Kedugrejo (mm)	CH Sekar (mm)	CH Rerata (mm)
2018	04 Desember 2018	89	4	89	60.67
2017	22 April 2017	58	49	69	58.67
2016	10 Pebruari 2016	116	79	19	71.33
2015	09 Desember 2015	82	59	17	52.67
2014	01 Pebruari 2014	124	93	124	113.67
2013	07 April 2013	130	68	56	84.67
2012	25 Nopember 2012	68	59	17	48.00
2011	23 Pebruari 2011	72	63	3	46.00
2010	14 Januari 2010	118	97	66	93.67
2009	30 Maret 2009	75	57	21	51.00

Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan Stasiun Pujon

Tahun	Tgl Kejadian	CH Kedungrejo (mm)	CH Sekar (mm)	CH Pujon (mm)	CH Rerata (mm)
2018	03 Pebruari 2018	77	8	70	51.67
2017	12 Januari 2017	78	89	45	70.67
2016	10 Pebruari 2016	78	56	33	55.67
2015	9 Desember 2015	59	17	8	28.00
2014	1 Pebruari 2014	93	124	124	113.67
2013	08 Desember 2013	88	12	106	68.67
2012	02 Januari 2012	61	46	65	57.33
2011	09 Mei 2011	63	35	58	52.00
2010	09 Pebruari 2010	100	45	89	78.00
2009	16 Januari 2009	73	29	64	55.33

Data Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan Stasiun Kedungrejo

Dari hasil analisa Poligon Theissen diperoleh data sebagai berikut:

- Luas Daerah Pengaruh Stasiun 1 (A1) : 21.264 (km²)
- Luas Daerah Pengaruh Stasiun 2 (A2) : 33.699 (km²)
- Luas Daerah Pengaruh Stasiun 3 (A3) : 34.624 (km²)
- Luas DAS Total : 89.581 (km²)

Stasiun Hujan	Sekar (d ₁)	A ₁ x _{d₁}	Pujon (d ₂)	A ₂ x _{d₂}	Kedungrejo (d ₃)	A ₃ x _{d₃}	CH Rerata Daerah
Tahun	(mm)		(mm)		(mm)		(mm)
2018	67.33	1431.51	60.67	2044.41	51.67	1788.8	58.77
2017	60.67	1289.77	58.67	1977.01	70.67	2446.62	63.78
2016	37.33	793.71	71.33	2403.86	55.67	1927.29	57.21
2015	52.33	1112.61	52.67	1774.81	28.00	969.416	43.05
2014	85.33	1814.19	113.67	3830.45	113.67	3935.37	106.94
2013	71.00	1509.46	84.67	2853.18	68.67	2377.38	75.24
2012	62.67	1332.29	48.00	1617.55	57.33	1984.99	55.09
2011	29.00	616.54	46.00	1550.15	52.00	1800.34	44.28
2010	55.00	1169.30	93.67	3156.47	78.00	2700.52	78.44
2009	44.00	935.44	51.00	1718.65	55.33	1915.75	51.01

Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum Rerata Daerah

2.4 Analisa Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan dihitung dengan menggunakan metode Log Pearson Tipe III. Adapun tahapan perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Data diurutkan dari kecil ke besar (Xi)
2. Dihitung probabilitasnya dengan persamaan Weibull : $P=100m/((n+1)(\%))$
3. Data curah hujan harian maksimum tahunan sebanyak n buah diubah dalam bentuk logaritma (log X1, log X2, log X3,, log Xn)
4. Menghitung nilai rata-rata logaritma dengan persamaan : $\log \bar{X} = 1/n \sum_{i=1}^n \log_{10} [X_i]$
Sehingga didapatkan harga $\log \bar{X} = 1,760$
5. Menghitung harga simpangan baku dengan persamaan : $S = \sqrt{((\sum_{i=1}^n (\log_{10} [X_i - \log_{10} \bar{X}])^2) / (n-1))}$
Sehingga didapatkan $Sd = 0,149$
6. Menghitung harga koefisien kepercengan dengan persamaan : $C_s = (n \sum_{i=1}^n ((\log_{10} [X_i - \log_{10} \bar{X}])^3) / ((n-1)(n-2)S^2)$
Sehingga didapatkan $Cs = 0,546$
8. Hitung logaritma curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu, menggunakan persamaan $\log X = 1,760 + G.0,149$
9. Dengan G ditentukan dari tabel berdasarkan hubungan Cs dan tingkat probabilitas/ kala ulangnya.
10. Hitung antilog X untuk mendapatkan curah hujan rancangan maksimum dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun

Berikut tabel Perhitungan Curah Hujan Rancangan Kala Ulang 2 s/d 100 tahun

Tr	$\log \bar{X}$	G	Sd	G*Sd	Log Rx	Rx (mm)
2	1.786	-0.1243	0.121	-0.015	1.771	59.024
5	1.786	0.7848	0.121	0.09479	1.881	76.004
25	1.786	1.9805	0.121	0.23922	2.025	105.990
50	1.786	2.4309	0.121	0.29362	2.080	120.134
100	1.786	2.8588	0.121	0.34531	2.131	135.317

2.5 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

- Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov adalah uji distribusi terhadap penyimpangan data ke arah horisontal, yaitu untuk mengetahui suatu data sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih atau tidak.

Sebelum dilakukan uji kesesuaian, terlebih dahulu dilakukan plotting data dengan tahapan sebagai berikut :

- Data hujan harian maksimum tahunan disusun dari kecil ke besar.
- Mengubah data hujan ke dalam bentuk logaritma
- Dengan menggunakan persamaan $\text{Log } X = 1,760 + G \cdot 0,149$, diperoleh nilai G .
- Menghitung probabilitas (Pr) dari tabel uji Smirnov Kolmogorov berdasarkan nilai G dan Cs .
- Menghitung $P_{teoritis} = 1 - \frac{Pr}{100}$
- Menghitung nilai $|P_s - P_T|$

Untuk $\alpha = 5\%$ dan $n = 10$ diperoleh $\Delta_{kritis} = 0.409$ (Tabel Smirnov Kolmogorov). Sedangkan dari hasil perhitungan diperoleh $\Delta_{maks} = 0.150$ sehingga $\Delta_{maks} < \Delta_{kritis}$, maka distribusi frekuensi dapat diterima. Perhitungan selengkapnya pada Tabel 4.14 berikut :

No.	X	Log X	G	Pr (%)	Pe	Pt	Pe - Pt
1	43.05	1.6340	-1.2586	91.832	0.091	0.082	0.009
2	44.28	1.6463	-1.1573	89.471	0.182	0.105	0.077
3	51.01	1.7077	-0.6487	71.487	0.273	0.285	0.012
4	55.09	1.7411	-0.3724	60.165	0.364	0.398	0.035
5	57.21	1.7575	-0.2366	54.599	0.455	0.454	0.001
6	58.77	1.7692	-0.1398	50.632	0.545	0.494	0.052
7	63.78	1.8047	0.1543	40.805	0.636	0.592	0.044
8	75.24	1.8764	0.7485	21.244	0.727	0.788	0.060
9	78.44	1.8945	0.8980	17.940	0.818	0.821	0.002
10	106.94	2.0291	2.0127	3.857	0.909	0.961	0.052
Jumlah Log X		17.860					
Koef Skewness (Cs)		0.752					

- Uji Chi Square

Uji Chi Square digunakan untuk menghitung besarnya simpangan vertikal antara data perhitungan dan data teoritis. Tahapan dalam uji ini adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995 : 194):

- Menghitung jumlah kelas dengan rumus :
 $K = 1 + 3,22 \log n$
Diperoleh, $K = 4,22$ dibulatkan menjadi 4
- Frekuensi pengamatan kelas (O_j) diambil dari banyak data pengamatan pada masing-masing kelas
- Menghitung frekuensi teoritis $E_j = n / \text{jumlah kelas} = 10 / 4 = 2,5$
- Menghitung X^2 dengan rumus :
$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{O_j - E_j}{E_j}$$

Sehingga diperoleh $X^2 = 3,6$
- Menghitung derajat kebebasan (Dk) = $k - 1 - m$, diestimasi banyaknya parameter sebaran Chi-Square $m = 2$, maka $Dk = 4 - 1 - 2 = 1$

Untuk $\alpha = 5\%$ dan $Dk = 1$, diperoleh $X^2_{kritis} = 3.841$ (Tabel Chi-Square). Karena $X^2_{hitung} < X^2_{kritis}$ maka distribusi frekuensi dapat diterima. Perhitungan selengkapnya pada tabel berikut :

No.	Batas Kelas (mm)	Frek. Pengamatan kelas (O_j)	Frek. Teoritis kelas (E_j)	$\frac{(E_j - O_j)^2}{E_j}$
1	43 - 59	6	2.5	4.9
2	59,01 - 75	1	2.5	0.9
3	75,01 - 91	2	2.5	0.1
4	91,01 - 107	1	2.5	0.9
Jumlah				6.8

2.6 Perhitungan Curah Hujan Efektif Jam-jaman

Tahapan untuk menghitung curah hujan efektif jam-jaman adalah sebagai berikut :

- Menghitung rata-rata hujan dari awal hingga jam ke- T dengan

$$\text{rumus : } Rt = \frac{R_{24}}{t} \left[\frac{t}{T} \right]^{2/3}$$

- Menghitung distribusi hujan sampai dengan jam ke- t menggunakan persamaan:

$$Rt = t R_t - (t - 1) \cdot R_{(t-1)}$$

- Menghitung curah hujan efektif tiap jam. $Re = f \cdot Rt$

Hasil perhitungan disajikan dalam tabel sebagai berikut :

Intensitas Hujan Rata-rata Dalam 1 Hari

T	R_T (mm/jam)	t	R_t
1	$0.550 \cdot R_{24}$	1	$0.550 \cdot R_{24}$
2	$0.347 \cdot R_{24}$	2	$0.143 \cdot R_{24}$
3	$0.265 \cdot R_{24}$	3	$0.100 \cdot R_{24}$
4	$0.218 \cdot R_{24}$	4	$0.080 \cdot R_{24}$
5	$0.188 \cdot R_{24}$	5	$0.067 \cdot R_{24}$
6	$0.167 \cdot R_{24}$	6	$0.059 \cdot R_{24}$

Distribusi Curah Hujan Netto Jam-jaman

No.	Kala Ulang	R_{24} (mm)	Distribusi Curah Hujan Jam-jaman (mm)					
			1	2	3	4	5	6
1	2	59.024	25.986	6.754	4.738	3.772	3.185	2.784
2	5	76.004	33.461	8.697	6.101	4.857	4.102	3.585
3	20	105.990	46.663	12.129	8.508	6.773	5.720	5.000
4	50	120.134	52.890	13.747	9.643	7.677	6.483	5.667
5	100	135.317	59.574	15.485	10.862	8.647	7.302	6.383

2.7 Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik dengan Metode Nakayasu

Diketahui data sebagai berikut:

- Luas DPS (A) : 89,587 km²
- Panjang sungai utama : 14,157 km

Dengan data tersebut diatas, kemudian dihitung beberapa parameter berikut:

- Time lag, tenggang waktu antara hujan sampai debit puncak (untuk $L < 15$ km), yaitu:

$$T_g = 0,21 \times L^{0,7} \\ = 0,21 \times 14,157^{0,7} = 1,342 \text{ jam}$$

- Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai debit puncak banjir (T_p), yaitu:

$$\text{Satuan waktu hujan } (T_r) \text{ diasumsikan} = 0,5. T_g = 0,671 \text{ jam}$$

$$T_p = T_g + 0,8 \cdot T_r$$

$$= 1,342 + 0,8 \cdot 0,671 = 1,879 \text{ jam}$$

- Waktu yang diperlukan untuk penurunan debit puncak sampai debit 30% dari debit puncak ($T_{0,3}$)

$$\alpha = \frac{0,47(AL)^{0,25}}{T_g} \\ = \frac{0,47(89,587 \times 14,157)^{0,25}}{1,342}$$

$$\alpha = 2,09 \approx 2$$

$$t_{0,3} = \alpha \cdot T_g$$

$$T_{0,3} = 2 \times 1,342 = 2,685 \text{ jam}$$

Dimana :

Qa = limpasan sebelum mencapai debit puncak (m³/detik)

Qd = limpasan sesudah mencapai debit puncak (m³/detik)

t = waktu (jam)

Tg = waktu kelambatan (jam)

- Tp = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
- L = panjang alur sungai (km)
- tg = waktu konsentrasi (jam)
- α = konstanta

• **Debit Puncak banjir**

$$Q_p = \frac{c A R_0}{3,6(0,3 t_p + t_{0,3})}$$

Dimana :

- t_g = waktu kelambatan (jam)
 - L = panjang sungai (km)
 - $t_{0,3}$ = waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam)
 - A = luas DAS (km²)
 - Q_p = debit puncak banjir (m³/detik)
 - T_r = durasi hujan (jam)
 - R_0 = satuan kedalaman hujan (mm)
 - t_p = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
- Karena tidak ada pengukuran pengukuran limpasan langsung, sehingga nilai c ditentukan 0,8 untuk daerah persawahan irigasi (Tabel 4.19)

$$Q_p = \frac{0,8 \times 89,587 \times 1}{3,6(0,3 \times 1,879 + 2,685)}$$

$$Q_p = 6,128 \frac{m^3}{dt} /mm$$

• **Ordinat hidrograf satuan**

1) Pada kurva naik

$$0 \leq t \leq T_p \quad Q_a = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

$$0 \leq t \leq 1,879 \quad Q_a = 6,128 \left(\frac{t}{1,879} \right)^{2,4}$$

2) Pada kurva turun

$$T_p \leq t \leq (T_p + T_{0,3}) \quad Q_{d1} = Q_p \times 0,3^{\left(\frac{t-T_p}{T_{0,3}} \right)}$$

$$1,879 \leq t \leq 4,685 \quad Q_{d1} = 6,128 \times 0,3^{\left(\frac{t-1,879}{2,685} \right)}$$

$$(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + 2,5 \times T_{0,3}) \quad Q_{d2} = Q_p \times 0,3^{\left(\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}} \right)}$$

$$4,685 \leq t \leq 8,894 \quad Q_{d2} = 6,128 \times 0,3^{\left(\frac{t-0,4766}{4,2086} \right)}$$

$$t > (T_p + 2,5 \times T_{0,3}) \quad Q_{d3} = Q_p \times 0,3^{\left(\frac{t-T_p+1,5T_{0,3}}{2T_{0,3}} \right)}$$

$$t > 8,894 \quad Q_{d3} = 6,128 \times 0,3^{\left(\frac{t-2,829}{5,611} \right)}$$

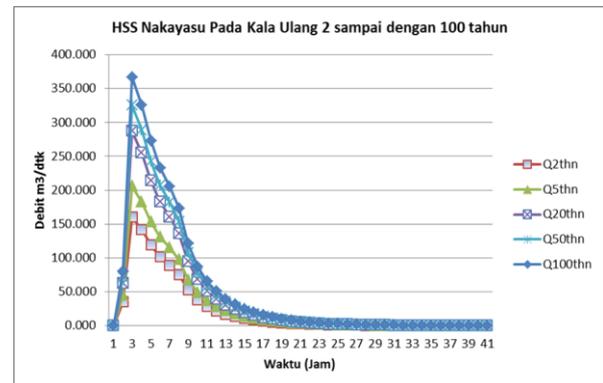
Perhitungan unit ordinat hidrograf disajikan dalam Tabel di bawah ini :

Perhitungan unit ordinat hidrograf Nakayasu

t (jam)	Qp (m ³ /det)	Qt (m ³ /det)
0 ≤ t ≤ Tp		
0	6.128	0
1	6.128	1.348
1.879	6.128	6.128
Tp ≤ t ≤ (Tp+T0,3)		
2	6.128	5.805
3	6.128	3.707
4	6.128	2.368
4.564	6.128	1.838
(Tp + T0,3) ≤ t ≤ (Tp+2,5.T0,3)		
5	6.128	1.614
6	6.128	(2.28)
7	6.128	0.888
8	6.128	0.658
8.592	6.128	0.551
t > (Tp+2,5.T0,3)		
9	6.128	(2.29)
10	6.128	0.402

11	6.128	0.321
12	6.128	0.257
13	6.128	0.205
14	6.128	0.164
15	6.128	0.131
16	6.128	0.105
17	6.128	0.084
t (jam)	Qp (m ³ /det)	Qt (m ³ /det)
18	6.128	0.067
19	6.128	0.053
20	6.128	0.043
21	6.128	0.034
22	6.128	0.027
23	6.128	0.022
24	6.128	0.017
25	6.128	0.014
26	6.128	0.011
27	6.128	0.009
28	6.128	0.007
29	6.128	0.006
30	6.128	0.005
31	6.128	0.004
32	6.128	0.003
33	6.128	0.002
34	6.128	0.002
35	6.128	0.001
36	6.128	0.001
37	6.128	0.001
38	6.128	0.001
39	6.128	0.001
40	6.128	0.000

Setelah diketahui ordinat Hidrograf Nakayasu, maka hidrograf banjir rancangan metode Nakayasu untuk tiap kala ulang dapat dihitung sebagaimana yang disajikan dalam Grafik Hidrograf satuan Nakayasu



3. Jenis DAS berdasarkan Morfometri dan Hidrologinya

Dilihat dari semua data berdasarkan hasil analisis-analisis yang dilakukan diperoleh batas DAS Koto dari titik kontrol yang telah ditentukan, diperoleh luas DAS (A) sebesar 89,587 km² atau 8.958,70 Ha dengan keliling DAS (P) sebesar 62,586 km. Sehingga berdasarkan luasnya, DAS yang terbentuk berdasarkan klasifikasi DAS dari Kementerian Kehutanan, dikelompokkan sebagai DAS Sangat Kecil (kurang dari 10.000 Ha). Akan tetapi dengan rata-rata curah hujan lebih dari 2000 mm yang tergolong tinggi dengan kemiringan (slope) 0,076 yang berakibat pada kecepatan rambat banjir 6,262 m/dt dengan tipikal banjir pada waktu yang relatif cepat yaitu hanya 0,628 Jam atau 37.56 menit dari hulu sungai untuk sampai menuju titik kontrol (hilir) sepanjang 14,157 km dengan Debit Puncak Banjir Rancangan pada t: 1,8 jam.

Maka jika DAS Konto ini mengalami banjir akan memiliki kerentanan terhadap erosi yang tinggi dan berpotensi terjadi longsor di sepanjang alur sungai utama.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan di atas dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis batas DAS dari titik kontrol yang telah ditentukan, diperoleh :

- Luas DAS (A) sebesar 89,587 km² atau 8.958,70 Ha dengan keliling DAS (P) sebesar 62,586 km. Sehingga berdasarkan luasnya, DAS yang terbentuk berdasarkan klasifikasi DAS dari Kementerian Pengelolaan DAS dan Kehutanan, dikelompokkan sebagai DAS Sangat Kecil (kurang dari 10.000 Ha).
- Dari hasil perhitungan diperoleh lebar DAS sebesar 6,328 km, sedangkan berdasarkan titik berat DAS, diperoleh lebar DAS sebesar 10,543 km.
- Berdasarkan hasil analisis, teridentifikasi sungai utama dengan panjang sungai dari hulu hingga output DAS sepanjang 14,157 km
- Dari hasil identifikasi jaringan sungai, terdapat 5 orde sungai dengan jaringan sungai orde 1 terdiri dari 92 alur sungai dengan panjang 109,759 km, sungai orde 2 terdiri dari 51 alur sungai dengan panjang 42,342 km, sungai orde 3 terdiri dari 23 alur sungai dengan panjang 28,501 km, sungai orde 4

terdiri dari 10 alur sungai dengan panjang 9,547 km, dan sungai orde 5 terdiri dari 5 alur sungai dengan panjang 2,117 km. Sedangkan jaringan sungai di dalam DAS tersebut memiliki total panjang 192, 266 km.

- Berdasarkan hasil analisa korelasi luas DAS dengan panjang sungai utama menggunakan Persamaan Eagleson dan Mueller menunjukkan bahwa kedua formulasi tersebut memberikan hasil yang tidak sesuai dengan dengan hasil pengukuran dimana panjang sungai utama 14,157 km. Dari hasil perhitungan dengan Persamaan Eagleson diperoleh panjang sungai utama 16,832 km dan dengan Persamaan Mueller diperoleh panjang sungai utama 32,294 km. Namun analisa dengan persamaan Eagleson memberikan hasil yang lebih mendekati.

- Dari hasil analisis bentuk DAS berdasarkan nisbah kepanjangan dan kebulatan, diperoleh nilai $R_c < R_e$, sehingga dapat disimpulkan bahwa bentuk DAS cenderung memanjang dimana memiliki karakteristik laju aliran permukaannya lebih lambat sehingga konsentrasi air (puncak banjir) di outlet DAS cenderung lebih lambat. Sedangkan berdasar pola jaringan sungai menunjukkan bentuk DAS yang cenderung kepada bentuk kompleks, dimana pada keadaan hujan yang sama dengan daerah aliran sungai radial, hidrografnya lebih tajam serta periode kejadian banjirnya lebih pendek

dibandingkan dengan bentuk DAS bulu burung.

2. Dari hasil perhitungan besarnya kerapatan jaringan sungai (drainage density), diperoleh :

- Nilai $Dd = 2,146 \text{ km/km}^2$ sehingga termasuk dalam klasifikasi DAS dengan kerapatan jaringan sungai yang sedang.
- Hasil perhitungan indeks kerapatan anak sungai (tributaries index) diperoleh hasil sebagai berikut : orde 1, $Dn = 1,027$ (kerapatan sedang); orde 2, $Dn = 0,569$ (kerapatan sedang); orde 3, $Dn = 0,257$ (kerapatan sedang); orde 4, $Dn = 0,112$ (kerapatan rendah); dan orde 5, $Dn = 0,056$ (kerapatan rendah).
- Berdasarkan kemiringan memanjangnya (slope), sungai utama dapat dibagi menjadi tiga segmen (hulu, tengah, dan hilir) dengan karakteristik sebagai berikut:
 - Sungai bagian hilir memiliki panjang 8,461 km dengan kemiringan 0,037;
 - sungai bagian tengah memiliki panjang 4,436 km dengan kemiringan 0,085;
 - sungai bagian hulu memiliki panjang 1,260 km dengan kemiringan 0,325.
- Berdasarkan hasil perhitungan nilai slope rata-rata alur sungai utama dengan menggunakan metode "85-10 slope factor" diperoleh kemiringan alur sungai utama sebesar 0,0548, sedangkan dari hasil analisa regresi linear diperoleh kemiringan alur sungai utama sebesar 0,076.

- Dari hasil analisis perkiraan kecepatan rambat banjir, diperoleh kecepatan rambat banjir pada alur sungai utama sebesar 6,262 m/dt atau waktu rambat banjir 0,628 jam.

3. Berdasarkan analisa Hidrologi DAS diperoleh data sebagai berikut:

- Daerah pengaruh stasiun hujan menggunakan Metode Poligon Thiessen, diperoleh data sebagai berikut: luas daerah pengaruh Sta. 1 (A1) sebesar 21.26 km^2 , luas daerah pengaruh Sta. 2 (A2) sebesar 33.699 km^2 , dan luas daerah pengaruh Sta. 3 (A3) sebesar 34.628 km^2
- Dari analisis curah hujan menggunakan Metode Log Pearson Tipe III diperoleh data curah hujan rancangan kala ulang 2 tahun sebesar 55,842 mm, curah hujan rancangan kala ulang 5 tahun sebesar 75.859 mm, curah hujan rancangan kala ulang 20 tahun sebesar 103.936 mm, curah hujan rancangan kala ulang 50 tahun sebesar 128.042 mm, dan curah hujan rancangan kala ulang 100 tahun sebesar 146.067 mm.
- Dari hasil analisis diperoleh :
 - Debit banjir rancangan kala ulang 2 tahun sebesar 151,340 m^3/det ,
 - Debit banjir rancangan kala ulang 5 tahun sebesar 205,588 m^3/det ,
 - Debit banjir rancangan kala ulang 20 tahun sebesar 281,683 m^3/det ,
 - Debit banjir rancangan kala ulang 50 tahun sebesar 347,012 m^3/det ,
 - Debit banjir rancangan kala ulang 100 tahun sebesar 395,863 m^3/det .

5.2 SARAN

Dengan kemiringan (slope) 0,076 berakibat pada kecepatan rambat banjir 6,262 m/dt dengan tipikal banjir pada waktu yang relatif cepat yaitu hanya 0,626 Jam atau 37.56 menit dari hulu sungai untuk sampai menuju titik kontrol (hilir) sepanjang 14,157 km. Maka untuk mengatasi perilaku DAS konton guna meminimalisir akibat yang akan ditimbulkan perlu dilakukan beberapa tindakan sebagai berikut :

1. Untuk menghambat cepat rambat banjir serta mengurangi slope / kemiringan pada sungai utama perlu dibangun beberapa bangunan Check Dam.
2. Pada titik berat DAS (112° 27' 36,442" dan 07° 49' 50,912" LS, sesuai Gambar 4.11) perlu dibangun Bangunan Pengendali Sedimen (Sabo) agar muatan sediman yang terbawa laju banjir bisa tertahan. Data-data kajian Karakteristik Morfometri dan Hidrologi DAS Konton Hulu ini bisa dipakai acuan untuk kegiatan Manajemen pengelolaan Sumber Daya Air di wilayah Sungai Konton Hulu Kecamatan Pujon agar kiranya bisa lebih tepat dalam melakukan pengelolaan DAS yang berkelanjutan

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Davis, Gordon, B. 1992. *Kerangka Dasar Sistem Informasi Manajemen Bagian I*.

Pengantar. Pustaka Binaman Pressindo. Jakarta.

- Glennon, A. J. 2001. *Application of Morphometric Relationship to Active Flow Network Within The Mammoth Cave Watershed*. Faculty of Department Geography and Geology, Western Kentucky University. Bowling Green, Kentucky.
- Grohmann, C. H. 2011. *Regional Scale Analysis of Landform Configuration With Base-Level (Isobase) Maps*. Hydrol. Earth Syst. Sci. Vol. 15: 1493–1504.
- Horton, R. E. 1945. *Erosional Development of Streams and Their Drainage Basin: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology*. Geol. Soc. Am. Bull.
- Kementerian Kehutanan. 2013. *Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial*, Nomor : P. 3/V-Set/2013 Tentang Pedoman Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai. Sekretariat Kementerian Kehutanan. Jakarta.
- Limantara, L. M. 2010. *Hidrologi Praktis*. Penerbit Lubuk Agung. Bandung.
- Luo, W., & Howard, A. (2006). *Quantitative Morphometric Analysis of Simulated Martian Landforms at Watershed Basin Scale*. Lunar and Planetary Science, XXXVII.
- Maryono, A. 2005. *Eko-Hidrolik Pembangunan Sungai*. Bahan Ajar. Magister Sistem Teknik Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (Tidak Terbit).
- Miller, V. C. 1953. *A Quantitative Geomorphologic Study of Drainage Basin Characteristics in The Clinch Mountain Area, Virginia and Tennessee*. Columbia University, Department of Geology. Technical Report, No. 3, Contract N6 ONR 271-300.
- Murtiono, U. 2001. *Pedoman Teknis Pengukuran dan Perhitungan Parameter Morfometri DAS*. Jurnal Info DAS. Vol.10