

EVALUASI KAPASITAS SALURAN SUB DAS AMPAL KOTA BALIKPAPAN

Rossana Margaret Kadar Yanti^{1*}, Reza Dwiry Anugerah², Dyah Wahyu Apriani³

^{1,2,3} Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Kalimantan, Jl. Soekarno Hatta KM. 15, Balikpapan, Kalimantan Timur

*Email: rossa.margareth@lecturer.itk.ac.id

Abstrak

Daerah Aliran Sungai (DAS) Ampal Kota Balikpapan terdiri dari 21 sub DAS. Setiap sub DAS memiliki saluran drainase yang berfungsi mengalirkan air menuju Sungai Ampal, namun pada kenyataannya kapasitas saluran drainase sekunder pada beberapa sub DAS Ampal tidak mampu mengalirkan air dengan baik sehingga mengakibatkan terjadinya banjir. Hal ini terjadi pada sub DAS 2, sub DAS 4, sub DAS 5, sub DAS 7, sub DAS 8, sub DAS 9, sub DAS 13, dan sub DAS 14. Berdasarkan permasalahan yang ada, maka perlu dilakukan evaluasi kinerja sistem drainase pada sub DAS Ampal untuk mengatasi permasalahan banjir tersebut. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui debit hidrologi dan kapasitas saluran sekunder pada Sub DAS Ampal yang terdampak banjir serta mengetahui tinggi banjir pada lokasi studi. Dalam studi ini dilakukan analisa hidrologi dengan menghitung debit puncak banjir sub DAS Ampal menggunakan metode rasional dan analisa hidrolika dengan menggunakan aplikasi HEC-RAS yang bertujuan untuk mengetahui elevasi muka air saluran. Dari analisa perhitungan didapatkan besarnya debit hidrologi pada kawasan Sub DAS Ampal yang memiliki permasalahan banjir bervariasi antara 3.65 m³/s sampai dengan 19.27 m³/s. Dari hasil analisa tersebut, terdapat 7 saluran Sub DAS yang mengalami kelebihan kapasitas, antara lain Saluran 4, Saluran 5, Saluran 7, Saluran 8, Saluran 9, Saluran 13, dan Saluran 14 dengan tinggi banjir bervariasi antara 0.08 m sampai 2.12 m. Adapun Saluran 2 tidak terjadi luapan disebabkan bendali yang difungsikan pada Sub DAS 2.

Kata kunci: Banjir, Sistem Drainase, Sub DAS Ampal.

Abstract

The Ampal Watershed of Balikpapan City consists of 21 sub-watersheds. Each sub-watershed has a drainage channel that functions to drain water towards the Ampal River, but in reality the capacity of secondary drainage channels in some of the Ampal sub-watersheds is not able to drain water properly resulting in flooding. This occurs in sub-watersheds 2, sub-watersheds 4, sub-watersheds 5, sub-watersheds 7, sub-watersheds 8, sub-watersheds 9, sub-watersheds 13, and sub-watersheds 14. Based on existing problems, it is necessary to evaluate the performance of the drainage system the Ampal sub-watershed to overcome these flood problems. The purpose of this study was to determine the hydrological discharge and secondary channel capacity of the Ampal watershed affected by flooding and know the flood height at the study location. In this study hydrological analysis was carried out by calculating the Ampal watershed sub-flood flood peak using a rational method and hydraulic analysis using the HEC-RAS application which aims to determine the channel water level elevation. From the calculation, hydrological discharge in the Ampal watershed area which has flood problems varies between 3.65 m³ / s to 19.27 m³ / s. From the results of the analysis, there are 7 channels of sub-watersheds that have overcapacity, including Channels 4, Channels 5, Channels 7, Channels 8, Channels 9, Channels 13, and Channels 14 with flood rates varying from 0.08 m to 2.12 m. The channel 2 does not occur due to overflow caused by the sub-watershed 2.

Keywords: Flood, Drainage System, Ampal Sub-watershed

1. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Ampal terdiri dari 21 Sub DAS dengan luasan dan panjang sungai utama yang berbeda-beda. Saluran utama yang berada dalam masing-masing Sub DAS Ampal (saluran drainase sekunder) bermuara pada Sungai Ampal, akan tetapi muncul permasalahan pada saluran tersebut sehingga mengakibatkan banjir. Permasalahan yang terjadi di kawasan Sub DAS Ampal antara lain penyempitan, pendangkalan, dan dimensi saluran yang tidak

mampu mengalirkan debit banjir tanpa adanya luapan. Penyempitan dan pendangkalan saluran yang terjadi diakibatkan oleh sedimentasi dan tumpukan sampah pada beberapa titik lokasi pengamatan.

Terdapat 8 sub DAS dari total 21 sub DAS Ampal yang memiliki permasalahan banjir berdasarkan data titik banjir yang dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan (gambar 1). Sub DAS yang bermasalah diantaranya adalah sub DAS 2 dengan luasan 2761201 m² dan panjang saluran 3317 m, sub DAS 4 dengan luasan 1024521 m² dan panjang saluran 2571 m, sub DAS 5 dengan luasan 1812114 m² dan panjang saluran 5185 m, sub DAS 7 dengan luasan 1111614 m² dan panjang saluran 5185 m, sub DAS 8 dengan luasan 2379973 m² dan panjang saluran 1793 m, sub DAS 9 dengan luasan 2593105 m² dan panjang saluran 3211 m, sub DAS 13 dengan luasan 1410317 m² dan panjang saluran 3450 m, dan sub DAS 14 dengan luasan 1117177 m² dan panjang saluran 1388 m (Rossana,dkk., 2018).

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka perlu dilakukan evaluasi terkait kapasitas saluran utama (saluran drainase sekunder) pada masing-masing sub DAS yang mengalami banjir. Tujuan dari studi ini adalah untuk membandingkan debit hidrologi dan kapasitas saluran sekunder pada Sub DAS Ampal sehingga diperoleh besarnya tinggi banjir pada masing-masing saluran.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan yang dilakukan terkait evaluasi kinerja sistem drainase pada sub DAS Ampal antara lain sebagai berikut:

2.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk memperoleh gambaran terkait data dan fakta yang terjadi di lapangan. Berdasarkan data dan fakta yang ditemukan di lokasi studi, diperoleh permasalahan berupa banjir yang diakibatkan oleh beberapa variabel penyebabnya. Permasalahan ini yang kemudian diangkat menjadi latar belakang dilakukan studi guna mendefinisikan dan mengukur variabel penyebab masalah.

2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi dan wawasan sehingga mempermudah dalam pengumpulan data, analisis data maupun dalam penyusunan hasil penelitian yang diperoleh dari buku, artikel atau jurnal penelitian, penelitian terdahulu, peraturan-peraturan dan lain-lain.

2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dimaksudkan untuk menunjang serangkaian proses penelitian yang dilakukan agar tujuan penelitian dapat tercapai. Data diperoleh dari beberapa instansi atau lembaga antara lain sebagai berikut :

1. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kota Balikpapan yang berupa peta lokasi DAS Ampal, peta topografi, peta titik genangan/banjir, dan RTRW.
2. Dinas Pekerjaan Umum (PU) Kota Balikpapan yang berupa data dimensi penampang saluran kondisi eksisting dan bangunan pelengkap.
3. Badan Meterorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Kota Balikpapan yang berupa data curah hujan maksimum harian.

2.4 Analisis Hidrologi

Analisis Hidrologi dilakukan untuk mendapatkan besarnya debit banjir di masing-masing Sub DAS. Analisis Hidrologi terdiri dari beberapa tahapan, antara lain:

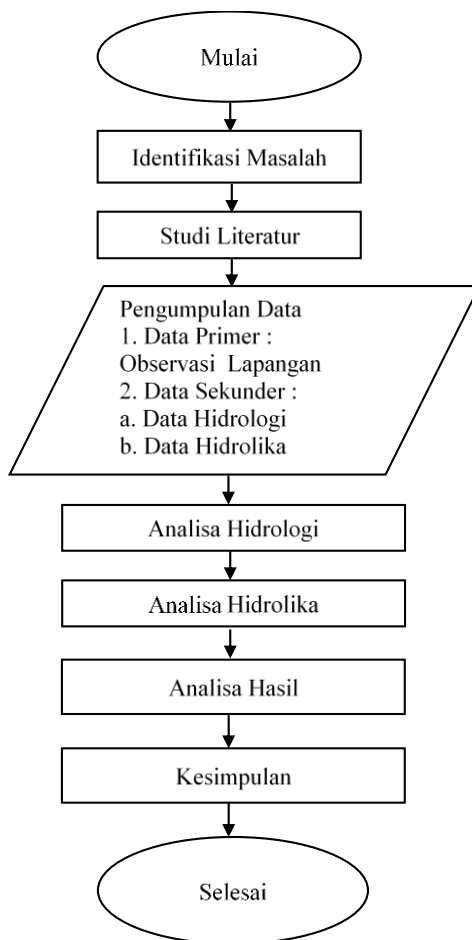
- a. Analisis frekuensi curah hujan dengan paramater statistik.
- b. Analisis curah hujan dengan distribusi probabilitas.
- c. Uji Kecocokan distribusi hujan menggunakan metode chi kuadrat dan smirnov kolmogorv.
- d. Analisis waktu konsentrasi dengan menggunakan rumus kirpich.
- e. Analisis intensitas hujan dengan menggunakan persamaan mononobe.
- f. Perhitungan koefisien pengaliran masing-masing sub DAS.
- g. Perhitungan debit banjir dengan menggunakan metode rasional.

2.5 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dimaksudkan untuk mengetahui kapasitas saluran drainase pada penampang saluran dengan melihat profil muka air pada program aplikasi HEC-RAS. Permodelan ini dilakukan dengan memasukkan data geometri saluran dan memasukkan debit hidrologi yang telah dihitung sebelumnya.

2.6 Analisis Hasil

Pada tahap ini dilakukan analisis perbandingan antara debit hidrologi dengan kapasitas saluran yang diperoleh dari analisis hidrolika. Hasil yang diperoleh dari analisis ini adalah kinerja kapasitas saluran yang ditunjukkan dengan tinggi muka air di saluran. Apabila ketinggian muka air lebih tinggi dibanding tinggi saluran, maka kondisi ini menunjukkan kinerja kapasitas saluran yang buruk karena terjadi banjir. Apabila muka air lebih rendah dibanding tinggi saluran, maka hasil perhitungan menunjukkan kinerja kapasitas saluran yang baik karena tidak terjadi banjir. Langkah-langkah penelitian digambarkan secara singkat melalui diagram alir (Gambar 2).

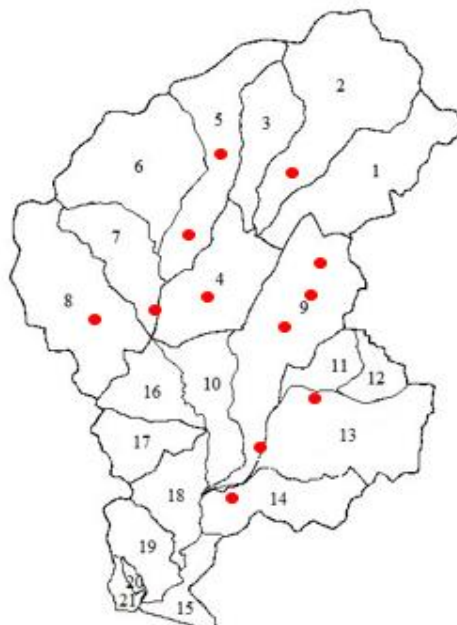


Gambar 1. Diagram Alir Studi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di Kota Balikpapan pada kawasan DAS Ampal dan secara spesifik pada kawasan sub DAS Ampal yang terjadi titik genangan/banjir berdasarkan data Dinas PU Kota Balikpapan, antara lain sub DAS 2, sub DAS 4, sub DAS 5, sub DAS 7, sub DAS 8, sub DAS 9, sub DAS 13, dan sub DAS 14 (Gambar 2).



Gambar 2. Pembagian Sub DAS Ampal dan Lokasi Titik Banjir

3.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi Sub DAS Ampal menggunakan data curah hujan maksimum tahunan yang diperoleh dari stasiun hujan Sepinggang Kota Balikpapan selama 20 tahun terhitung mulai tahun 1999 hingga tahun 2018. Data hujan ini kemudian dianalisis dengan tahapan dan metode tertentu sesuai dengan kriteria masing-masing perhitungan. Tahapan analisis dan metode yang digunakan dalam analisis hidrologi, dijabarkan secara lebih rinci pada sub bab di bawah ini.

3.2.1 Distribusi Curah Hujan Wilayah

Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini didapat dari satu stasiun hujan karena Kota Balikpapan hanya memiliki satu stasiun hujan yang terletak di daerah Sepinggang sehingga tidak diperlukan perhitungan hujan rata-rata seperti yang dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Curah Hujan Harian Maksimum Kota Balikpapan

No.	Tahun	R_{max}/tahun (mm)
1	1999	115.0
2	2000	106.0
3	2001	194.9
4	2002	223.0
5	2003	181.6
6	2004	100.4
7	2005	107.5
8	2006	133.4
9	2007	154.2
10	2008	164.8
11	2009	132.0
12	2010	119.7
13	2011	119.6
14	2012	148.0

No.	Tahun	R _{max} /tahun (mm)
15	2013	94.0
16	2014	102.5
17	2015	108.1
18	2016	75.6
19	2017	198.0
20	2018	161.4

Sumber: Laporan BMKG Kota Balikpapan, 2019

Data curah hujan maksimum harian ini digunakan untuk memperoleh besarnya nilai curah hujan periode ulang tahunan yang selanjutnya merupakan salah satu variabel penentu besarnya nilai debit banjir periode ulang.

3.2.2 Analisis Curah Hujan Periode Ulang

Analisa curah hujan periode ulang dalam penelitian ini menggunakan persamaan distribusi normal (Soewarno, 1995). Perhitungan curah hujan periode ulang dengan distribusi normal menggunakan persamaan berikut :

$$x_T = \bar{x} + K_T \times S \tag{1}$$

Dengan :

x_T = nilai curah hujan pada periode ulang tertentu

\bar{x} = nilai curah hujan rata-rata

K_T = faktor frekuensi distribusi yang disebut dengan nilai variabel *Gauss*

S = standar deviasi

Dari perhitungan, diperoleh nilai :

$$\bar{x} = 136.99 \text{ mm dan } S = 39.35$$

Perhitungan curah hujan periode ulang dengan distribusi normal dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Curah Hujan Periode Ulang Distribusi Normal

Periode ulang (Tahun)	\bar{x} (mm)	Faktor Distribusi (K_T)	S	x_{max} (mm)
2	136.99	0	39.85	136.990
5	136.99	0.84	39.85	170.464
10	136.99	1.28	39.85	187.998
20	136.99	1.64	39.85	202.344
50	136.99	2.05	39.85	218.683

Digunakan curah hujan periode ulang 5 tahunan sebagai dasar analisa debit hidrologi yang mengalir pada masing-masing Sub DAS Ampal. Hal ini sesuai dengan pedoman teknik yang dikeluarkan oleh Departemen Kimpraswil, dimana untuk saluran sekunder perkotaan menggunakan curah hujan dengan periode ulang 5 tahunan.

3.2.3 Analisis Debit Banjir Sub DAS Ampal

Analisa debit banjir sub DAS Ampal dihitung dengan metode rasional dengan menggunakan persamaan berikut (SNI 2415-2016) :

$$Q_p = 0.278 \times C \times I \times A \tag{2}$$

Dengan :

Q_p = debit puncak banjir (m^3/s)

C = koefisien limpasan

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
 A = luas daerah aliran (km²)

Intensitas hujan dihitung dengan persamaan *Mononobe* sebagai berikut (SNI 2415-2016) :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^m \tag{3}$$

Dengan:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)
 T = waktu konsentrasi (jam),
 m = tetapan = 2/3
 R₂₄ = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm).

Waktu konsentrasi (tc) dihitung menggunakan persamaan *Kirpich* sebagai berikut (SNI 2415-2016):

$$t_c = 0.0195 \times L^{0.77} \times S^{-0.385} \tag{4}$$

Dengan:

t_c = waktu konsentrasi (jam)
 L = panjang lintasan air pada lahan (m)
 S = kemiringan rata-rata daerah lintasan air

Koefisien pengaliran lahan (C) dihitung dengan persamaan berikut (SNI 2415-2016) :

$$C_{gab} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A}$$

Dengan:

C_{gab} = nilai koefisien pengaliran rata-rata atau gabungan
 C_i = Koefisien pengaliran untuk bagian daerah yang ditinjau dengan satu jenis permukaan lahan
 A_i = Luas bagian daerah aliran

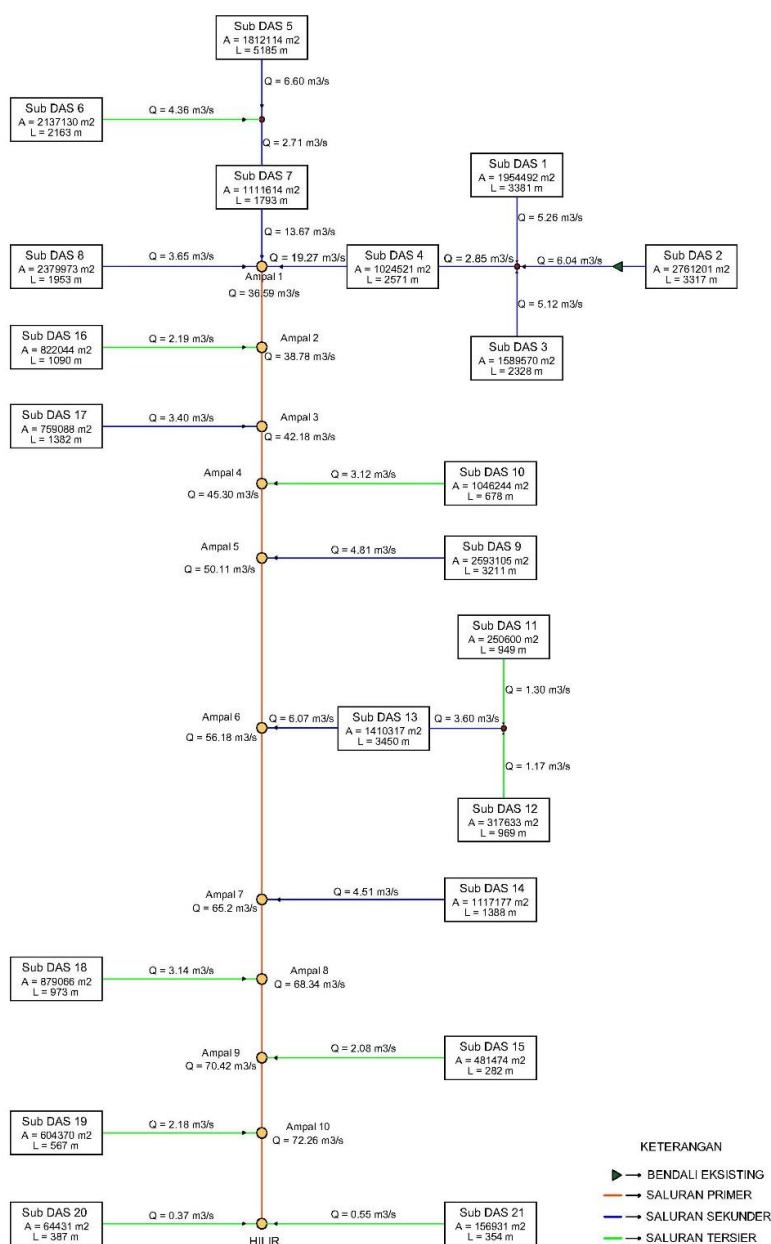
Berdasarkan persamaan-persamaan tersebut, didapatkan hasil perhitungan debit puncak banjir seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Debit Hidrologi Sub DAS Ampal

No	Sub DAS	L (m)	S	tc (jam)	R ₂₄ (mm)	I (mm/jam)	A (km ²)	C	Qp (m ³ /dt)
1	Sub DAS 1	1024.10	0.1195	9.19	170.46	13.47	1.95	0.72	5.26
2	Sub DAS 2	947.97	0.1307	8.36	170.46	14.34	2.76	0.72	6.04
3	Sub DAS 3	737.77	0.1306	6.90	170.46	16.31	1.59	0.71	5.12
4	Sub DAS 4	1018.15	0.1307	8.84	170.46	13.83	1.02	0.72	2.85
5	Sub DAS 5	582.90	0.1239	5.87	170.46	18.16	1.81	0.72	6.60
6	Sub DAS 6	1170.09	0.1230	10.07	136.99	10.19	2.14	0.72	4.36
7	Sub DAS 7	886.23	0.0606	10.68	170.46	12.19	1.11	0.72	2.71
8	Sub DAS 8	1039.93	0.0152	20.56	170.46	7.87	2.38	0.70	3.65
9	Sub DAS 9	1197.99	0.0368	16.32	170.46	9.19	2.59	0.73	4.81
10	Sub DAS 10	579.81	0.1306	5.73	136.99	14.83	1.05	0.72	3.12
11	Sub DAS 11	219.00	0.1652	2.47	136.99	25.97	0.25	0.72	1.30
12	Sub DAS 12	356.80	0.1118	4.19	136.99	18.29	0.32	0.72	1.17
13	Sub DAS 13	626.00	0.0365	9.93	170.46	12.79	1.41	0.72	3.60
14	Sub DAS 14	432.90	0.1055	4.97	170.46	20.30	1.12	0.72	4.51
15	Sub DAS 15	235.73	0.0945	3.25	136.99	21.67	0.48	0.72	2.08
16	Sub DAS 16	740.39	0.1412	6.71	136.99	13.35	0.82	0.72	2.19

No	Sub DAS	L (m)	S	tc (jam)	R ₂₄ (mm)	I (mm/jam)	A (km ²)	C	Q _p (m ³ /dt)
17	Sub DAS 17	463.87	0.1772	4.29	170.46	22.38	0.76	0.72	3.40
18	Sub DAS 18	471.48	0.1772	4.34	136.99	17.84	0.88	0.72	3.14
19	Sub DAS 19	333.45	0.0945	4.24	136.99	18.13	0.60	0.72	2.18
20	Sub DAS 20	96.43	0.0655	1.88	136.99	31.20	0.06	0.72	0.37
21	Sub DAS 21	324.06	0.0724	4.59	136.99	17.18	0.16	0.72	0.55

Nilai debit hidrologi pada Sub DAS yang tidak terdampak banjir akan digunakan sebagai dasar analisa perbandingan kapasitas Sungai Ampal terhadap debit hidrologi sub DAS Ampal. Hasil perhitungan debit hidrologi pada sub DAS Ampal digambarkan dalam sebuah peta skematik (Gambar 3).



Gambar 3. Peta Skematik DAS Ampal

3.3. Analisis Hidrolika

Analisa hidrolika pada penelitian ini menggunakan aplikasi *HEC-RAS* yang berfungsi untuk mengetahui kapasitas dari suatu penampang saluran. Aplikasi *HEC-RAS* akan membantu penulis untuk mengetahui profil muka air dari suatu penampang saluran yang bentuknya tidak beraturan dengan cara memasukkan nilai debit hidrologi yang mengalir pada saluran sub DAS. Profil muka air untuk saluran sub DAS yang terdampak banjir dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4: Perbandingan Elevasi Muka Air dan Tinggi Saluran Eksisting Sub DAS Ampal

No	Saluran	Titik	Bentuk Penampang	Qp (m ³ /dt)	Bsal (m)	Hsal (m)	Hair (m)	Tinggi Banjir (m)	Keterangan
1	Saluran 2	Hulu	Trapesium	7.89	1.80	1.78	1.74	0.00	Tidak Banjir
		Hilir	Trapesium	7.89	2.40	2.02	1.43	0.00	Tidak Banjir
2	Saluran 4	Hulu	Trapesium	19.27	4.70	3.47	2.8	0.00	Tidak Banjir
		Hilir	Trapesium	19.27	3.80	2.09	2.57	0.00	Banjir
3	Saluran 5	Hulu	Trapesium	6.60	1.20	1.33	3.45	2.12	Banjir
		Hilir	Trapesium	6.60	3.00	1.40	2.84	1.44	Banjir
4	Saluran 7	Hulu	Trapesium	13.67	5.50	2.10	2.82	0.72	Banjir
		Hilir	Trapesium	13.67	3.70	2.20	2.74	0.54	Banjir
5	Saluran 8	Hulu	Segi empat	3.65	1.80	1.54	1.93	0.39	Banjir
		Hilir	Segi empat	3.65	4.20	1.60	1.68	0.08	Banjir
6	Saluran 9	Hulu	Trapesium	4.81	1.40	1.78	2.46	0.68	Banjir
		Hilir	Trapesium	4.81	3.70	1.36	2.31	0.95	Banjir
7	Saluran 13	Hulu	Trapesium	6.07	2.50	1.24	2.32	1.08	Banjir
		Hilir	Trapesium	6.07	3.90	1.64	1.91	0.00	Banjir
8	Saluran 14	Hulu	Trapesium	4.51	3.50	1.15	3.05	1.90	Banjir
		Hilir	Trapesium	4.51	1.30	1.40	3.00	1.60	Banjir

Berdasarkan perhitungan di atas, terjadi kondisi banjir apabila nilai profil muka air lebih besar daripada tinggi saluran ($H_{air} > H_{sal}$) sehingga terjadi luapan. Adapun Saluran 2 mampu mengalirkan debit hidrologi disebabkan bendali yang difungsikan pada Sub DAS 2 sehingga dapat mereduksi debit hidrologi yang mengalir.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa perhitungan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan metode rasional besarnya debit hidrologi pada kawasan Sub DAS Ampal yang memiliki permasalahan banjir bervariasi antara 3.65 m³/s sampai dengan 19.27 m³/s.
2. Berdasarkan analisa hidrolika menggunakan aplikasi *HEC-RAS*, terdapat 7 saluran sekunder Sub DAS yang mengalami kelebihan kapasitas/banjir, antara lain Saluran 4, Saluran 5, Saluran 7, Saluran 8, Saluran 9, Saluran 13, dan Saluran 14 dengan tinggi banjir bervariasi antara 0.08 m sampai dengan 2.12 m di atas penampang saluran. Adapun Saluran 2 mampu mengalirkan debit hidrologi disebabkan bendali yang difungsikan pada Sub DAS 2 sehingga dapat mereduksi debit hidrologi yang mengalir.

DAFTAR PUSTAKA

SNI 2415:2016. 2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.

- Soewarno. 1995. *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data Jilid 1*. Bandung: NOVA.
- Yanti, Rossana M.K. 2018. Analisa Fungsi dan Pengaruh Bangunan Pengendali Banjir DAS Ampal Kota Balikpapan [Jurnal]. Balikpapan (ID): Institut Teknologi Kalimantan.