

STUDI PENGARUH FUNGSI BENDALI PADA PENGURANGAN BANJIR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) AMPAL KOTA BALIKPAPAN

Rossana Margaret Kadar Yanti¹, Umboro Lasminto², dan Edijatno³

¹Mahasiswi S2 MRSA Jurusan Teknik Sipil-FTSP-ITS Sukolilo Surabaya, email : rossa.margareth@gmail.com

²Dosen Jurusan Teknik Sipil-FTSP-ITS, Kampus ITS Sukolilo Surabaya

³Dosen Jurusan Teknik Sipil-FTSP-ITS, Kampus ITS Sukolilo Surabaya

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) Klandasan Besar atau Ampal terletak di Kecamatan Balikpapan Selatan Kota Balikpapan Provinsi Kalimantan Timur. DAS Ampal memiliki luas sebesar 2527 ha dan panjang sungai sebesar 4.699 km. Sistem Drainase Ampal atau Klandasan Besar mempunyai saluran primer berupa alur sungai asli yang langsung bermuara ke laut. Pada musim penghujan, debit yang mengalir dari hulu sungai Ampal cukup besar dan sering melampaui kapasitas alir sungai, sehingga menyebabkan terjadinya luapan air ke lahan di kiri dan kanan sungai.

Salah satu usaha untuk mengurangi debit aliran sungai adalah dengan menampung sebagian air di hulu dengan bangunan pengendali banjir (Bendali). Hal ini bertujuan untuk menghasilkan sistem drainase ramah lingkungan. Pelaksanaan program penanganan banjir yang sudah terlaksana sampai dengan saat ini adalah 3 bendali dari rencana keseluruhan 13 bendali dan perbaikan alur sungai sepanjang 8350 m dari rencana keseluruhan 12811 m.

Tujuan dari studi ini adalah mengetahui bagaimana kondisi sistem drainase yang ada dan kapasitas eksisting dari sungai Ampal. Kemudian besar penurunan banjir atau genangan bila pengelolaan drainase ramah lingkungan dengan pembangunan bendali diterapkan pada DAS Ampal, serta mengetahui jumlah bendali yang harus dibangun untuk mengurangi banjir yang terjadi.

Metode yang digunakan dalam studi ini adalah dengan memodelkan penelusuran banjir menggunakan perangkat lunak HEC HMS. Dengan skenario kombinasi bendali yang akan dianalisa pengaruhnya dalam penurunan banjir di DAS Ampal.

Hasil pemodelan dengan bendali, diperoleh nilai penurunan debit banjir di sungai utama dengan kombinasi 13 bendali yaitu sebesar 85.60 m³/det dari 168.50 m³/det. Dari hasil analisa studi, diketahui bahwa 3 dari 13 bendali tidak memiliki fungsi dan pengaruh terhadap penurunan banjir. Hal ini ditunjukkan dengan persamaan titik banjir di beberapa Sub DAS antara 13 bendali dan 10 bendali. Dengan 10 bendali, diperoleh penurunan nilai debit banjir di sungai utama sebesar 69.50 m³/det dari 168.50 m³/det.

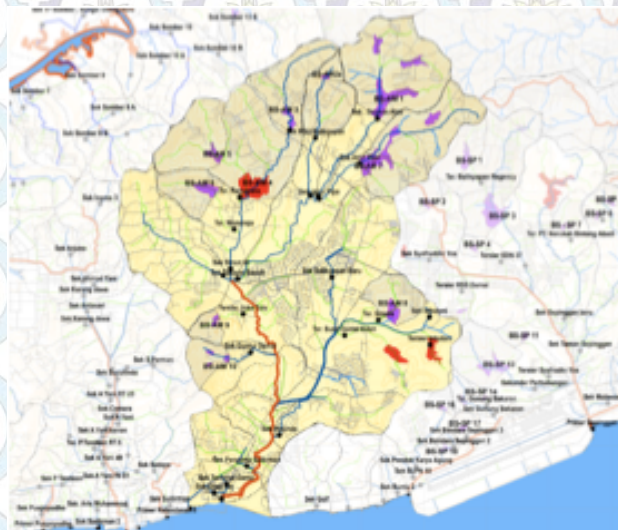
Kata kunci : banjir, bangunan pengendali banjir (bendali), DAS Ampal.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan banjir yang terjadi di Kota Balikpapan disebabkan oleh sistem drainase yang belum tertata dengan baik dalam hal hirarki dan fungsinya. Dengan adanya perkembangan kota yang pesat, pembukaan lahan untuk pemukiman dengan cara pemotongan perbukitan mengakibatkan meningkatnya erosi permukaan, dan menambah besarnya angkutan sedimen yang terjadi di sungai-sungai. Dengan bertambahnya sedimen mengakibatkan pendangkalan sungai dan saluran-saluran alam, sehingga tidak mampu menampung limpasan hujan. Lebih detail lagi beberapa permasalahan yang berkaitan dengan drainase Kota Balikpapan dapat ditinjau dari kondisi klimatologi, kondisi topografi, dan tata guna lahan. Dari kondisi klimatologi, permasalahan drainase

disebabkan cukup tingginya curah hujan yang terjadi berdasarkan data BMG, hujan rata-rata harian mencapai 140 mm (data tahun 1975-2012).

Dengan adanya permasalahan-permasalahan yang ada, maka perlu dibangun drainase ramah lingkungan, salah satunya dengan pembangunan bendali atau bangunan pengendali banjir di beberapa titik rawan banjir untuk menampung limpasan air yang melebihi kapasitas debit banjir. Daerah Aliran Sungai Ampal sendiri direncanakan akan dilengkapi dengan 13 bendali (Gambar 1) serta direncanakan akan dilakukan perbaikan sungai sepanjang 12.811 m. Pelaksanaan program penanganan banjir yang sudah terlaksana sampai dengan saat ini adalah 3 bendali dari rencana keseluruhan 13 bendali dan perbaikan alur sungai sepanjang 8.350 m dari rencana keseluruhan 12.811 m (Revisi Laporan Akhir Kota Balikpapan, 2013) [3]. Bendali yang sudah dibangun di DAS Ampal antara lain Bendali 11, Bendali 12 dan Bendali 13.



Gambar 1. DAS Klandasan Besar atau Ampal

Perencanaan 13 bendali merupakan upaya yang dilakukan oleh Pemerintah Kota Balikpapan untuk mengatasi banjir yang terjadi di DAS Ampal. Upaya pembangunan bendali-bendali ini perlu diteliti pengaruhnya terhadap pengurangan banjir di DAS Ampal. Oleh karena itu pada makalah ini akan dimodelkan kondisi wilayah studi untuk mengetahui pengaruh bendali yang telah direncanakan. Pemodelan kondisi wilayah studi menggunakan program *HEC-HMS* untuk analisa hidrologi.

Tujuan dari studi ini adalah mengetahui kapasitas eksisting sungai Ampal, mengetahui penurunan banjir atau genangan bila metode pengelolaan drainase ramah lingkungan dengan pembangunan bendali diterapkan pada DAS Ampal, dan mengetahui jumlah bendali rencana yang harus dibangun pada DAS Ampal untuk mengurangi banjir.

2. DASAR TEORI

Curah Hujan Rencana

Untuk daerah pemukiman Kota Balikpapan umumnya dipilih hujan rencana dengan periode ulang antara 5-15 tahun, daerah pusat pemerintahan yang penting, daerah komersil, dan daerah padat dengan nilai ekonomi tinggi dengan periode ulang antara 10-50 tahun. Perencanaan gorong-gorong jalan raya dan lapangan terbang dengan periode

ulang antara 3-15 tahun. Perencanaan pengendalian banjir pada sungai dengan periode ulang antara 10-50 tahun (Bappeda Kota Balikpapan, 2006) [1]. Dalam studi ini, digunakan hujan rencana dengan periode ulang 10 tahun. Periode ulang 10 tahun dipilih berdasarkan rencana saluran pelimpah dari bangunan pengendali banjir.

Bendali (Bangunan Pengendali Banjir)

Bendali (bangunan pengendali banjir) adalah bangunan tampungan air banjir sementara yang dibangun untuk menurunkan debit puncak banjir dan melepaskan kembali ke sungai sesuai dengan kapasitas sungai ketika debit sudah menurun. Berbeda dengan waduk multi tujuan yang berfungsi untuk menyimpan air dalam waktu relatif lama, bendali hanya menyimpan air pada saat terjadi banjir, dan mengosongkan kembali setelah banjir surut. Oleh karenanya, seluruh tampungan bendali dapat dimanfaatkan untuk pengendalian banjir.

Definisi HEC-HMS

HEC HMS adalah salah satu perangkat lunak yang dikembangkan oleh *U. S. Army Corps of Engineering*. Perangkat lunak ini digunakan untuk analisa hidrologi dengan mensimulasikan proses curah hujan dan limpasan langsung (*run off*) dari sebuah daerah aliran sungai (DAS). HEC HMS dapat diaplikasikan dalam area geografik yang sangat luas untuk menyelesaikan masalah, meliputi hidrologi banjir dan limpasan air dari suatu DAS. Hidrograf satuan yang dihasilkan oleh HEC HMS dapat digunakan secara langsung ataupun digabungkan dengan perangkat lunak lain (*U. S. Army Corps of Engineering*, 2002) [2].

Model HEC HMS dapat memberikan simulasi hidrologi dari puncak aliran harian untuk perhitungan debit banjir rencana dari suatu daerah aliran sungai (DAS). Dalam pengoperasiannya, HEC HMS menggunakan sistem windows, sehingga model ini menjadi mudah dipelajari dan mudah untuk digunakan, tetapi tetap dilakukan dengan pendalaman dan pemahaman dengan model yang digunakan.

Konsep dasar perhitungan model HEC HMS adalah data hujan sebagai input air untuk satu atau beberapa sub daerah tangkapan air (*sub basin*) yang sedang dianalisa. Setiap sub basin dianggap sebagai suatu tendon yang *non linier* dimana *inflownya* adalah data hujan.

Metode Perhitungan Volume Limpasan

HEC-HMS menganggap bahwa semua daratan dan perairan yang berada dalam suatu DAS dapat dikategorikan menjadi :

1. Lapisan lolos air (*pervious surface*)
2. Lapisan kedap air (*directly-connected impervious surface*)

Lapisan kedap air adalah bagian dari DAS yang memberikan kontribusi berupa limpasan langsung tanpa memperhitungkan infiltrasi, evaporasi, maupun jenis kehilangan volume lainnya. Di dalam pemodelan HEC-HMS, terdapat beberapa metode perhitungan limpasan (*runoff*) yang dapat digunakan, yaitu :

- a. *The initial and constant-rate loss model*
- b. *The deficit and constant-rate loss model*
- c. *The SCS curve number (CN) loss model (composite or gridded)*
- d. *The green and ampt loss model*

Karena keterbatasan data lapangan yang dibutuhkan didalam penggunaan metode-metode tersebut di atas, maka dalam metode perhitungan yang digunakan dalam

makalah ini adalah metode SCS *curve number* (CN) karena dianggap paling mudah di aplikasikan dalam perhitungan.

Limpasan SCS Curve Number (CN)

Metode perhitungan dari *Soil Conservation Service* (SCS) *curve number* (CN) beranggapan bahwa hujan yang menghasilkan limpasan merupakan fungsi dari hujan kumulatif, tata guna lahan, jenis tanah serta kelembaban. Model perhitungannya adalah sebagai berikut.

$$P_e = \frac{(P - I_a)^m}{P - I_a + S} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan :

- P_e = hujan kumulatif pada waktu t
- P = kedalaman hujan kumulatif pada waktu t
- I_a = kehilangan mula-mula (initial loss)
- S = kemampuan menyimpan maksimum

Hubungan antara nilai kemampuan penyimpanan maksimum dengan nilai dari karakteristik DAS yang diwaliki oleh nilai CN (*curve number*) adalah sebagai berikut.

$$S = \frac{1000 - 10CN}{CN} (\text{EnglishUnit}) \dots\dots\dots (2)$$

$$S = \frac{25400 - 254CN}{CN} (\text{MetricUnit}) \dots\dots\dots (3)$$

Nilai dari CN (*curve number*) bervariasi dari 100 (untuk permukaan yang digenangi air) hingga sekitar 30 (untuk permukaan tak kedap air dengan nilai infiltrasi tinggi).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi Studi

Daerah Aliran Sungai (DAS) Ampal atau disebut juga sebagai Sistem Klandasan Besar terletak di Kecamatan Balikpapan Selatan, Kota Balikpapan. DAS seluas 25.273 km² ini memiliki sungai sepanjang 4.699 km. DAS Ampal di utara dan barat laut dibatasi oleh DAS Sumber, di barat dibatasi oleh DAS Pandan Sari, di barat daya dibatasi oleh DAS Klandasan Kecil, di timur laut dibatasi oleh batas DAS Hulu Manggar Kecil dan Batakan Besar, sedangkan di timur dibatasi oleh DAS Sepinggian.

Data Curah Hujan

Curah hujan yang digunakan dalam studi ini merupakan curah hujan dari satu stasiun hujan. Hal ini dikarenakan wilayah Kota Balikpapan hanya memiliki satu stasiun hujan yang terletak di daerah Sepinggian. Data curah hujan maksimum yang terjadi di stasiun hujan Sepinggian selama 13 tahun. Distribusi curah hujan yang digunakan dalam studi ini adalah distribusi Gumbel Tipe I. Dari hasil analisa distribusi Gumbel Tipe I diperoleh hasil curah hujan di masing-masing periode ulang (tabel 1).

Tabel 1 : Curah Hujan Periode Ulang Distribusi Gumbel Tipe I

Periode Ulang (Tahun)	Nilai Varian Koreksi (Yt)	Faktor Frekuensi (K)	Xmax (mm)
2	0.37	-0.14	129.42
5	1.50	1.00	174.46
10	2.25	1.75	204.29
25	3.20	2.70	241.97
50	3.90	3.40	269.93
100	4.60	4.11	297.68

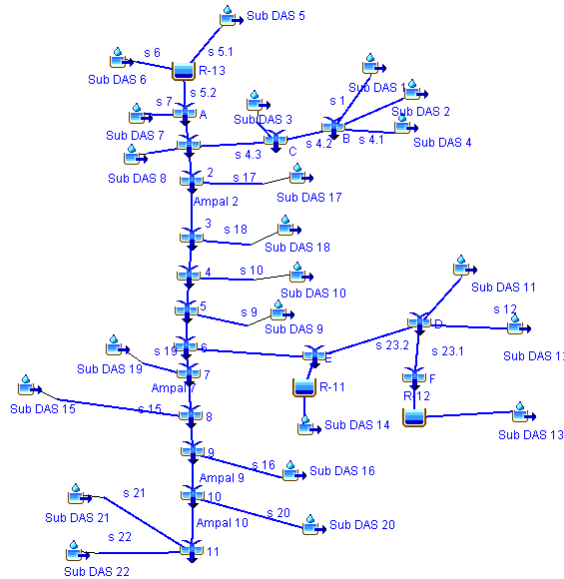
Sumber : Analisa

Untuk analisa Studi Pengaruh Fungsi Bendali Pada Pengurangan Banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Ampal Kota Balikpapan digunakan periode ulang 10 tahun.

Pemodelan Dengan HEC-HMS

Basin Model Attributes

DAS Ampal dibagi menjadi 22 Sub DAS dengan masing-masing luasan yang berbeda. Masing-masing Sub DAS dimodelkan dengan HEC-HMS untuk analisa penelusuran banjir dengan menggunakan pendekatan hidrologi. Hasil proses *running* berupa data keluaran penelusuran banjir antara lain terdiri dari grafik hidrograf pada masing-masing titik kontrol yang dilengkapi dengan besarnya debit pada setiap titik dan data debit di DAS Ampal. Pemodelan penelusuran banjir dengan HEC HMS pada DAS Ampal dapat dilihat pada gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Tampilan Pemodelan DAS Ampal Eksisting

Luasan dan Parameter Basin Model

Parameter lahan pada basin model yang harus diinput pada model HEC HMS adalah *loss rate*, *transform*, *baseflow method* dalam *subbasin editor*. Pengisian parameter *basin loss rate* (SCS Curve Number) dalam model ini merupakan nilai dan koefisien karakteristik pengaliran lahan masing-masing sub basin. Luasan dan parameter masing-masing Sub DAS dapat dilihat pada tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2 : Luasan dan Nilai Parameter Tiap Sub DAS

No.	Sub DAS	Luas Sub DAS		Initial Loss (mm)	Curve Number (CN)	Imperv (%)
		(m ²)	(km ²)			
1	Sub DAS 1	1954492.00	1.95	5	82.8	51.173
2	Sub DAS 2	2761201.00	2.76	5	79.5	50.948
3	Sub DAS 3	1589570.00	1.59	5	81.6	51.097
4	Sub DAS 4	1024521.00	1.02	5	79.5	50.252
5	Sub DAS 5	1812114.00	1.81	5	86.2	50.252
6	Sub DAS 6	2137130.00	2.14	5	86.2	44.173
7	Sub DAS 7	1111614.00	1.11	5	83.7	45.473
8	Sub DAS 8	2379973.00	2.38	5	79.5	48.023
9	Sub DAS 9	2593105.00	2.59	5	79.5	49.063
10	Sub DAS 10	1046244.00	1.05	5	81.6	48.663
11	Sub DAS 11	250600.00	0.25	5	80.2	46.773
12	Sub DAS 12	317633.00	0.32	5	80.2	48.073
13	Sub DAS 13	433675.00	0.43	5	89.5	47.033
14	Sub DAS 14	976642.00	0.98	5	87.1	46.833
15	Sub DAS 15	1117177.00	1.12	5	79.6	46.508
16	Sub DAS 16	481474.00	0.48	5	84.5	44.523
17	Sub DAS 17	822044.00	0.82	5	79.5	43.623
18	Sub DAS 18	759088.00	0.76	5	79.0	43.423
19	Sub DAS 19	879066.00	0.88	5	79.0	43.223
20	Sub DAS 20	604370.00	0.60	5	84.5	43.353
21	Sub DAS 21	64431.00	0.06	5	81.6	51.173
22	Sub DAS 22	156931.00	0.16	5	81.6	50.688

Sumber : Analisa

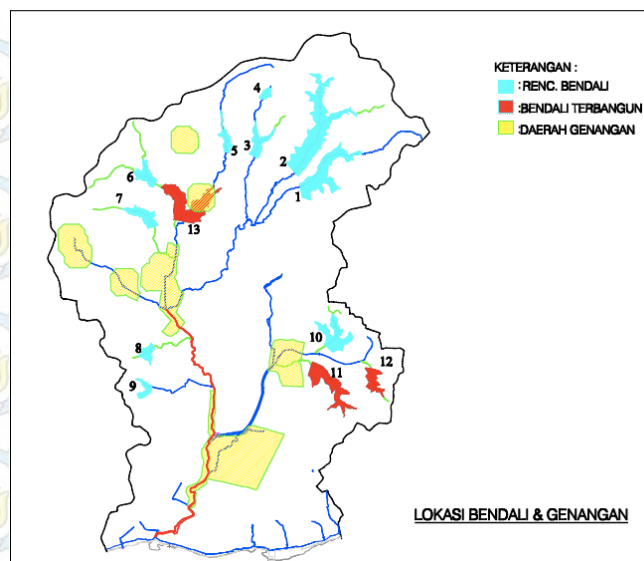
Hasil Pemodelan HEC-HMS

Pemodelan menggunakan HEC HMS dilakukan dengan input data hujan jam-jaman dengan periode ulang yang digunakan adalah 10 tahunan. Parameter yang digunakan untuk pemodelan HEC HMS adalah perhitungan yang disesuaikan dengan kondisi di lapangan.

Pemodelan ini digunakan untuk mengetahui pengaruh fungsi bendali yang dikaji melalui beberapa skenario (gambar 3), yaitu :

1. Skenario 1 terdiri dari : Bendali 5, 6, 10, 11, 12, 13.
2. Skenario 2 terdiri dari : Bendali 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13.
3. Skenario 3 terdiri dari : Bendali 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13.
4. Skenario 4 terdiri dari : Bendali 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13.

Dari analisa masing-masing skenario tersebut di atas, dapat diketahui besar penurunan debit banjir yang terjadi. Setelah diketahui besar penurunan debit yang terjadi, maka dipilih bendali-bendali yang paling berpengaruh guna mengurangi banjir di DAS Ampal. Pembangunan bendali dilakukan berdasarkan skala prioritas lokasi genangan yang terjadi di DAS Ampal. Besar penurunan masing-masing skenario disajikan dalam tabel 3 berikut.



Gambar 3. Peta Lokasi Bendali

Tabel 3 : Besar Penurunan Debit Masing-Masing Skenario

Nama	QE	QSK1	ΔQ	QSK2	ΔQ	QSK3	ΔQ	QSK4	ΔQ
	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det
Sungai 1	22.10	22.10	0.00	22.10	0.00	4.60	17.50	4.60	17.50
Sungai 2	30.60	30.60	0.00	30.60	0.00	5.00	25.60	5.00	25.60
Sungai 3	21.40	21.40	0.00	5.50	15.90	5.50	15.90	5.50	15.90
Sungai 4	82.10	82.20	0.00	65.50	16.60	19.20	62.90	19.20	62.90
Sungai 5	18.50	13.10	5.40	8.70	9.80	8.70	9.80	8.70	9.80
Sungai 6	24.90	9.40	15.50	9.40	15.50	9.40	15.50	9.40	15.50
Sungai 7	11.00	11.00	0.00	1.10	9.90	1.10	9.90	1.10	9.90
Sungai 8	11.60	11.60	0.00	11.60	0.00	11.60	0.00	11.60	0.00
Sungai 9	16.40	16.40	0.00	16.40	0.00	16.40	0.00	16.40	0.00
Sungai 10	15.90	15.90	0.00	15.90	0.00	15.90	0.00	15.90	0.00
Sungai 11	6.00	2.10	3.90	2.10	3.90	2.10	3.90	2.10	3.90
Sungai 12	6.00	2.10	3.90	2.10	3.90	2.10	3.90	2.10	3.90
Sungai 13	2.40	2.40	0.00	2.40	0.00	2.40	0.00	2.40	0.00
Sungai 14	4.90	4.90	0.00	4.90	0.00	4.90	0.00	4.90	0.00
Sungai 15	17.20	17.20	0.00	17.20	0.00	17.20	0.00	17.20	0.00
Sungai 16	10.80	10.80	0.00	10.80	0.00	10.80	0.00	10.80	0.00
Sungai 17	10.30	10.30	0.00	10.30	0.00	10.30	0.00	5.50	4.80
Sungai 18	12.90	12.90	0.00	12.90	0.00	12.90	0.00	5.80	7.10
Sungai 19	14.80	14.80	0.00	14.80	0.00	14.80	0.00	14.80	0.00
Sungai 20	11.60	11.60	0.00	11.60	0.00	11.60	0.00	11.60	0.00
Sungai 21	1.60	1.60	0.00	1.60	0.00	1.60	0.00	1.60	0.00
Sungai 22	2.50	2.50	0.00	2.50	0.00	2.50	0.00	2.50	0.00
Sungai 23	11.00	9.40	1.60	9.40	1.60	9.40	1.60	9.40	1.60
Ampal 1	100.20	95.30	4.90	69.90	30.30	35.80	64.40	35.80	64.40

Lanjutan Tabel 3

Nama	QE	QSK1	ΔQ	QSK2	ΔQ	QSK3	ΔQ	QSK4	ΔQ
	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det	m ³ /det
Ampal 2		104.30	4.70	78.10	30.90	37.10	71.90	39.70	69.30
Ampal 3	115.30	110.70	4.60	84.00	31.30	38.70	76.60	43.20	72.10
Ampal 4	125.90	121.50	4.40	94.00	31.90	44.50	81.40	46.20	79.70
Ampal 5	131.50	126.80	4.70	100.30	31.20	58.60	72.90	62.20	69.30
Ampal 6	141.00	133.80	7.20	107.80	33.20	68.00	73.00	71.50	69.50
Ampal 7	148.30	141.10	7.20	114.40	33.90	71.20	77.10	74.10	74.20
Ampal 8	159.80	152.40	7.40	124.70	35.10	76.50	83.30	79.00	80.80
Ampal 9	163.20	155.70	7.50	127.90	35.30	81.30	81.90	80.40	82.80
Ampal 10	168.50	160.90	7.60	132.70	35.80	89.40	79.10	82.90	85.60

Penjelasan Tabel :

QE = Debit eksisting

QSK = Debit skenario

ΔQ = Selisih debit kondisi eksisting dan tiap-tiap skenario

Sumber : Analisa

Dari tabel 3 dapat diketahui besar penurunan debit masing-masing sungai di tiap-tiap skenario. Diketahui bahwa bendali terletak di ruas sungai 1, 2, 3, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 17, dan 18. Masing-masing sungai dikendalikan oleh 1 bendali, kecuali sungai 3, 5, 11, dan 12. Untuk sungai 3 dan 5 dikendalikan oleh 2 bendali, sedangkan untuk sungai 11 dan 12 hanya dikendalikan oleh 1 bendali yang sama.

Pengaruh Fungsi Bendali Terhadap Pengurangan Banjir DAS Ampal

Untuk mengetahui pengaruh serta fungsi dari suatu bendali, diperlukan data kapasitas saluran (debit hidrolika) dan besarnya limpasan yang terjadi (debit hidrologi). Apabila limpasan yang terjadi di suatu Sub Das memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kapasitas saluran, maka diperlukan pengendalian banjir. Data kapasitas saluran dalam studi ini diperoleh dari data lapangan yang ada.

Dari analisa masing-masing skenario, diketahui titik-titik banjir yang terjadi di DAS Ampal. Titik banjir pada kondisi eksisting adalah sungai Ampal ruas 1, 3, 4, dan 5, serta beberapa sungai di Sub DAS. Untuk mengetahui bendali-bendali yang berpengaruh pada pengurangan banjir di DAS Ampal adalah dengan cara membandingkan titik banjir antara kondisi eksisting dan tiap-tiap skenario (tabel 4).

Tabel 4 : Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Tiap-Tiap Skenario

No.	Nama	Kapasitas Sal	Eksisting	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
		m ³ /det					
1	Ampal 1	60.69	x	x	x		
2	Ampal 2	110.78					
3	Ampal 3	112.86	x				
4	Ampal 4	119.44	x	x			
5	Ampal 5	121.74	x	x			

Lanjutan Tabel 4

No.	Nama	Kapasitas Sal	Eksisting	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3	Skenario 4
		m ³ /det					
6	Ampal 6	149.61					
7	Ampal 7	165.57					
8	Ampal 8	190.28					
9	Ampal 9	190.64					
10	Ampal 10	190.64					
22	Sungai 1	11.75	x	x	x		
23	Sungai 2	10.98	x	x	x		
24	Sungai 3	22.74					
25	Sungai 4	39.19	x	x	x		
26	Sungai 5	41.75					
27	Sungai 6	7.99	x	x	x	x	x
28	Sungai 7	6.96	x	x			
29	Sungai 8	18.95					
30	Sungai 9	23.89					
31	Sungai 10	9.20	x	x	x	x	x
32	Sungai 11	3.30	x				
33	Sungai 12	2.98	x				
34	Sungai 13	4.32					
35	Sungai 14	8.78					
36	Sungai 15	11.30	x	x	x	x	x
37	Sungai 16	0.20	x	x	x	x	x
38	Sungai 17	3.90	x	x	x	x	x
39	Sungai 18	6.92	x	x	x	x	
40	Sungai 19	4.00	x	x	x	x	x
41	Sungai 20	4.99	x	x	x	x	x
42	Sungai 21	0.42	x	x	x	x	x
43	Sungai 22	0.42	x	x	x	x	x
44	Sungai 23	12.05					

Keterangan tabel : x = kondisi saat debit hidrologi melebihi kapasitas sungai

Sumber : Analisa

Berdasarkan tabel 4, diketahui kapasitas sungai Ampal bagian hilir adalah sebesar 190.64 m³/det dan 60.69 m³/det dibagian hulu sungai. Pada saat kondisi eksisting DAS Ampal, sungai 3 terbebas dari banjir. Oleh karena itu, pengendali banjir tidak diperlukan untuk sungai 3. Sedangkan untuk sungai 5, hanya diperlukan 1 bendali agar Sub DAS 5 terhindar dari banjir. Dengan kondisi tersebut, maka diperlukan skenario tambahan guna mengetahui pengaruh pengurangan jumlah bendali. Skenario tambahan atau skenario 5 nantinya akan terdiri dari bendali rencana dikurangi dengan 2 bendali di ruas sungai 3 dan 1 bendali di ruas sungai 5. Dengan demikian, maka bendali yang akan dianalisa pengaruh dan fungsinya dalam skenario ini adalah 10 bendali yaitu bendali 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, dan 13.

Analisa Hasil Pengaruh Fungsi Bendali

Hasil analisa skenario 1 sampai dengan 4, diperoleh titik-titik banjir yang terjadi di beberapa Sub DAS Ampal yaitu Sub DAS 6, 10, 15, 16, 17, 19, 20, 21, dan 22 serta diketahui pula bendali-bendali yang tidak memiliki peran fungsi dalam mengatasi banjir. Dengan demikian, maka dianalisa skenario tambahan atau skenario 5 yang terdiri dari 10 bendali berpengaruh yaitu bendali (1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, dan 13). Masing-masing skenario terdiri dari bendali yang berbeda jumlah dan letaknya. Skenario 1 terdiri dari 6 bendali, skenario 2 terdiri dari 9 bendali, skenario 3 terdiri dari 11 bendali, skenario 4 terdiri dari 13 bendali dan skenario 5 terdiri dari 10 bendali. Masing-masing skenario ini memiliki peran fungsi dalam mengurangi banjir yang terjadi, baik di sungai utama maupun di Sub DAS Ampal. Dari hasil analisa, diketahui bahwa lokasi banjir pada skenario 4 dan 5 memiliki kesamaan. Dengan adanya kondisi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa DAS Ampal hanya memerlukan 10 bendali sesuai dengan skenario 5 guna mengurangi banjir yang terjadi di DAS Ampal. Untuk beberapa Sub DAS yang belum terbebas dari banjir dapat diatasi dengan meningkatkan kapasitas saluran yang ada.

4. KESIMPULAN

Dari hasil uraian dan analisa pada poin-poin sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan data lapangan, diketahui kapasitas maksimum sungai Ampal bagian hilir adalah sebesar $190.64 \text{ m}^3/\text{det}$ dan bagian hulu sebesar $60.69 \text{ m}^3/\text{det}$. Pada kondisi eksisting, sungai Ampal bagian hulu mengalami kelebihan debit, sehingga terjadi banjir atau genangan.
2. Dari hasil analisa, diketahui besar penurunan debit banjir yang terjadi di sungai Ampal di tiap-tiap skenario adalah sebesar $7.60 \text{ m}^3/\text{det}$, $35.80 \text{ m}^3/\text{det}$, $79.10 \text{ m}^3/\text{det}$, $85.60 \text{ m}^3/\text{det}$ dan $68.50 \text{ m}^3/\text{det}$. Masing-masing skenario ini, menurunkan debit dari kondisi eksisting yaitu sebesar $168.50 \text{ m}^3/\text{det}$.
3. Berdasarkan analisa skenario-skenario pada poin sebelumnya, diperoleh jumlah bendali yang berpengaruh di DAS Ampal untuk mengurangi banjir atau genangan yang terjadi. Bendali tersebut berjumlah 10 bendali, yaitu bendali 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, dan 13.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Bappeda Kota Balikpapan, 2006, *Appendix Hidrologi Kota Balikpapan*.
2. Hydrologic Engineering Centre, 2002, *HEC-HMS Hydrolic Modelling System (Hydraulic Reference Manual)*, US Army Corps of Engineering, Davis, CA.
3. Wiswakharmn, 2013, *Revisi Master Plan Drinase Kota Balikpapan*.