

EVALUASI KAPASITAS KOLAM RETENSI DANAU CIMPAGO DALAM PENGENDALIAN BANJIR KOTA PADANG

SILTA YULAN NIFEN¹, YESSY YUSNITA²
Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Padang^{1,2}
siltayulan@itp.ac.id¹

Abstract: Retention Pond is one of the drainage systems that is useful for flood control. Retention ponds can accommodate runoff water or accommodate large amounts of water from drainage. The area around Lake Cimpago which is located in the city of Padang often experiences flood inundation due to rain and river inundation. The method used in this study is a hydrological calculation to control flooding in the Retention Pond area and calculate the volume of the retention pond for a more effective application of the Retention Pond. DEM Data, Rainfall, Tides and Hydrological Analysis. The area of the lake catchment area is 11 hectares, which is processed using ArcGIS software. The rainfall data used is from the rain station closest to the research location, namely the Simpang Alai rain station, with a lot of data for 15 years. The concentration time was calculated using the Kirpich method and obtained a concentration time of 79.41 minutes. As well as the distribution used for the planned rainfall is the Gumbel method and the planned discharge is calculated using the Rationale Method, obtained $Q = 1.35$ m³/second for a 5 year return period. From the research results obtained, the total volume capacity is 51743.35 m³ at a water level elevation of 1.7 meters above sea level. From these results, there are two conditions, at maximum tide (1.5 mdpl) the retention pond is filled with 47774.06 m³ of tide water, while at minimum tide (0.0 mdpl) it is filled with 11537.63 m³. The cumulative flood volume was 6458.89 m³, while the maximum flood volume was 2489.60 m³ and at low tide conditions - 33746.82 m³. The value of the influence of the Lake Cimpago Retention Pond at the maximum tidal condition is 61.70% and at the minimum tidal condition is 625.06%. The operation of the floodgates at maximum tide conditions is by opening the floodgates at the 90th minute and at minimum tide conditions the pool has no effect and is not fully filled, but shrinks in the pool.

Keywords: Retention Pond, Rainfall, DEM, Hydrology, ArcGIS

Abstrak: Kolam Retensi salah satu sistem drainase yang berguna untuk pengendalian banjir. Kolam retensi dapat menampung air limpasan permukaan (runoff) atau menampung air dari drainase dalam jumlah yang cukup banyak. Daerah sekitar Danau Cimpago yang berada di Kota Padang sering terjadi genangan banjir akibat hujan dan genangan sungai Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perhitungan hidrologi untuk mengendalikan banjir diarea Kolam Retensi serta menghitung volume tampungan kolam retensi untuk pengaplikasian Kolam Retensi yang lebih efektif, dengan menggunakan Data DEM, Curah Hujan, Pasang Surut dan Analisa Hidrologi. Luas daerah tangkapan air Danau 11 Hektar, yang diolah menggunakan software ArcGIS. Data curah hujan yang digunakan dari stasiun hujan terdekat dengan lokasi penelitian yaitu stasiun hujan Simpang Alai, dengan banyak data sebanyak 15 tahun. Waktu konsentrasi dihitung menggunakan Metode Kirpich dan didapatkan waktu konsentrasi 79,41 menit. Serta distribusi yang digunakan untuk curah hujan rencana adalah Metode Gumbel dan debit rencana dihitung menggunakan Metode Rasionel didapatkan $Q = 1,35$ m³/detik untuk periode ulang 5 tahun. Dari Hasil Penelitian yang didapatkan yaitu Kapasitas volume total adalah sebesar 51743,35 m³ pada elevasi muka air 1,7 mdpl. Dari hasil tersebut terdapat dua kondisi, pada saat pasang maksimum (1,5 mdpl) kolam retensi terisi oleh air pasang sebesar 47774,06 m³, sedangkan pada pasang surut minimum (0,0 mdpl) terisi sebesar 11537,63 m³. Volume Komulatif banjir didapatkan sebesar 6458,89 m³, sedangkan volume banjir kondisi maksimum 2489,60 m³ dan pada saat kondisi surut minimum - 33746,82 m³. Nilai Pengaruh Kolam Retensi Danau Cimpago pada kondisi pasang maksimum adalah 61,70% dan pada kondisi pasang surut minimum adalah

625,06%. Pengoperasian pintu air pada kondisi pasang maksimum adalah dengan cara membuka pintu air pada menit ke-90 dan pada kondisi pasang surut minimum kolam tidak berpengaruh dan tidak terisi secara penuh, tetapi mengalami penyusutan pada kolam tersebut.

Kata Kunci: Kolam Retensi, Curah Hujan, DEM, Hidrologi, ArcGIS

A. Pendahuluan

Banjir adalah salah satu bencana alam yang disebabkan oleh curah hujan tinggi di musim penghujan. Hal ini di karenakan kurangnya daerah resapan air yang menimbulkan banyak dampak kerugian bagi masyarakat. Banjir menimbulkan kerugian secara material dan non material. Selain mengganggu aktifitas masyarakat juga menimbulkan masalah kesehatan adapun dampaknya seperti kesulitan air bersih kerugian ekonomi dan juga menimbulkan korban jiwa yang diakibatkan oleh banjir (<https://pemkomedan.go.id/artikel,2021>).

Salah satu upaya pengendalian banjir pada daerah pemukiman yang di sebabkan oleh air hujan dengan cara Pembangunan Kolam Retensi. Kolam Retensi dapat menampung air limpasan permukaan (runoff) atau menampung air dari drainase yang selanjutnya akan diresapkan ke dalam tanah. Penempatan Kolam Retensi yang benar akan memberikan dampak yang lebih efektif terhadap upaya pengendalian banjir (Andre Trihilhami, 2020).

Banjir di Kota Padang hampir terjadi setiap tahun. Pada bulan Mei tahun 2017 terjadi banjir yang merendam rumah warga di kawasan Purus pada bulan September tahun 2020 juga terjadi banjir yang menyebabkan trendamnya beberapa kawasan di 2 Kecamatan Padang Barat seperti di Purus, Bandar Purus dan Jalan A.Yani. Tinggi genangan air sekitar 30 cm. (Media Indonesia, 2020).

Di Kota Padang Kolam Retensi yang ada yaitu di Danau Cimpago yang berlokasi di Kelurahan Purus itu dibangun sekitar tahun 1990-2000 dengan keberadaan danau cimpago yang lebih kurang berukuran lebih kurang dua hectare.

Awal keberadaan Danau Cimpago ini untuk mengendalikan banjir di Kota Padang, yang kemudian berfungsi sebagai tempat eko wisata masyarakat sekitar. Sebelumnya pemerintah Kota Padang sengaja membuat echo drain atau drainase di kawasan Purus dengan tujuan pembenahan kawasan kumuh perkotaan. (Sumbangprov.go.id). Dari uraian di atas Penelitian ini mencoba mengidentifikasi lokasi yang terdampak genangan banjir akibat hujan dan genangan sungai di Daerah Danau Cimpago yang berada di Kota Padang dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) dan melakukan perhitungan hidrologi untuk mengendalikan banjir diarea Kolam Retensi, maka penulis akan meneliti isi judul penelitian ini yaitu “Analisis Kolam Retensi Dalam Pengendalian Banjir Studi Kasus : Kolam Retensi Danau Cimpago Kota Padang”.

B. Metodologi Penelitian

Kolam Retensi yang berada di Kota Padang adalah Kolam Retensi Danau Cimpago yang berlokasi di Kelurahan Purus. Danau Cimpago dibangun sekitar tahun 1990-2000 dengan kapasitas rencana lebih kurang 60.000 m³. Danau Cimpago selain berfungsi sebagai kolam retensi juga berfungsi sebagai lokasi wisata.Danau Cimpago yang seharusnya dapat mengendalikan banjir tidak dapat berfungsi dengan maksimal (Naufal Yandri, 2021). Lokasi penelitian berada di Kecamatan Padang Barat, Purus Kota Padang. Seperti terlihat pada **Gambar 1** berikut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Sumber :Arcgis 10.61)

Metode Pengumpulan Data. Ada beberapa data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini, data yang dibutuhkan berupa: a) Data DEM (Digital Elevation Model); b) Data DEM dapat di download di situs resmi penyedia data DEM secara gratis yang didapat dari website DEMNAS; dan c) Data curah hujan maksimum. Data curah hujan tahunan dari salah satu stasiun hujan di Kota Padang. Data pasang surut laut Data pasang surut maksimum dan minimum didapatkan dari website <https://pasanglaut.com/as/westIndonesia/padang> dengan pilihan stasiun Kota Padang. Metode Analisis Data. Setelah semua data yang dibutuhkan telah diperoleh, langkah selanjutnya adalah pengolahan data. Data-data yang diolah kemudian dilakukan analisis. Beberapa pengolahan data tersebut berupa: a) Penentuan daerah potensi banjir; b) Perhitungan debit banjir; c) Perhitungan volume total kolam; dan d) Analisa Hidrologi. Tahapan Penelitian: a) Penentuan Daerah Potensi Banjir, Data DEM diolah menggunakan software ArcGIS 10.61 yang didapatkan batasan wilayah penelitian, kemudian data DEM yang telah ter-clip disimpan sebagai DEM daerah penelitian; b) Pengolahan Daerah Tangkapan Air, Daerah tangkapan air diperoleh setelah dilakukan pengolahan data DEM menggunakan software ArcGIS 10.61 yang menghasilkan peta catchment area. Dari peta tersebut dapat diketahui batas-batas catchment area pada kawasan penelitian; c) Perhitungan Debit Banjir, Debit Banjir dihitung dengan metoda rasional menggunakan data curah hujan 15 tahun berturut-turut yang akan dilakukan data-data yang sesuai lapangan; d) Perhitungan Volume Total Kolam, Dari Peta Citra titik-titik koordinat dimasukkan dalam perhitungan di ekspor ke dalam bentuk DEM, lalu perhitungan volume dilakukan dengan software ArcGIS 10.61; dan e) Analisa Hidrologi

C. Hasil dan Pembahasan

Data Curah Hujan Maksimum

Tabel 1. Data Curah Hujan Maksimum (mm)

NO	TAHUN	STASIUN
		STA SIMPANG ALAI
		CURAH HUJAN MAKSIMUM(mm)
1	2005	240,0
2	2006	149,0
3	2007	89,0
4	2008	112,0
5	2009	71,0
6	2010	75,0
7	2011	65,0
8	2012	76,0
9	2013	167,0
10	2014	142,0
11	2015	126,0
12	2016	210,0
13	2018	130,0
14	2019	91,0
15	2020	100,0

Data curah hujan yang digunakan adalah stasiun Simpang Alai karena mempunyai jarak terdekat dengan lokasi penelitian. Dari **Tabel 1.** Diperoleh data curah hujan maksimum selama 15 tahun terdapat pada tahun 2016 sebesar 210mm, data ini akan digunakan sebagai dasar perhitungan kondisi hidrologi.

Parameter Statistik. Perhitungan parameter statistik ini berguna untuk menentukan jenis distribusi statistik yang akan digunakan. Terdapat beberapa jenis distribusi statistik yang bisa digunakan untuk menentukan nilai curah hujan rencana, seperti distribusi Normal, distribusi Gumbel, distribusi Log Normal, dan distribusi Log Person III. Masing-masing distribusi tersebut mempunyai syarat-syarat yang harus dipenuhi. Setelah diperoleh nilai parameter statistik seperti terlihat pada **Tabel 2** kemudian nilai tersebut dibandingkan dengan persyaratan masing-masing distribusi. Bisa dilihat pada **Tabel 3**. Dari hasil persyaratan masing-masing distribusi, dapat disimpulkan bahwa yang memenuhi persyaratan hanya jenis distribusi Gumbel.

Distribusi Frekuensi Gumbel. Analisa ini berguna untuk memperkirakan suatu kemungkinan tinggi curah hujan yang akan terjadi pada masa yang akan datang. Proses perhitungan distribusi dilakukan dengan asumsi bahwa sifat statistik data pada masa yang akan datang masih sama atau mendekati dengan sifat statistik pada masa lampau. Dari hasil perhitungan distribusi Gumbel **Tabel 4** dapat dilakukan perhitungan curah hujan rencana pada masa yang akan datang dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun.

NO	TAHUN	Rh RENCANA (Xi)	Rh RATA-RATA (\bar{X})	(Xi- \bar{X})	(Xi- \bar{X}) ²	(Xi- \bar{X}) ³	(Xi- \bar{X}) ⁴
1	2005	24.00	122.867	117.13	13720.2	1607094.84	188244376
2	2006	149.00	122.867	26.13	682.951	17847.79	466422.22
3	2007	89.00	122.867	-33.87	1146.95	-38843.41	1315496.9
4	2008	112.00	122.867	-10.87	118.084	-1283.18	13943.936
5	2009	71.00	122.867	-51.87	2690.15	-139529.17	7236913
6	2010	75.00	122.867	-47.87	2291.22	-109672.96	5249678.9
7	2011	65.00	122.867	-57.87	3348.55	-193769.49	11212795
8	2012	76.00	122.867	-46.87	2196.48	-102941.90	4824543.9
9	2013	167.00	122.867	44.13	1947.75	85960.75	3793734.4
10	2014	142.00	122.867	19.13	366.084	7004.42	134017.82
11	2015	126.00	122.867	3.13	9.81778	30.76	96.38876
12	2016	210.00	122.867	87.13	7592.22	661535.24	57641771
13	2018	130.00	122.867	7.13	50.8844	362.98	2589.2267
14	2019	91.00	122.867	-31.87	1015.48	-32360.10	1031208.7
15	2020	100.00	122.867	-22.87	522.884	-11956.62	273408.14
JUMLAH Σ		1843.00					
RATA-RATA (\bar{X})		122.867		0.00	37699.7	1749479.93	281440995
Jumlah Data (n)		15					
Standar Deviasi (Sd)		51.893					
Koefisien Skewness (Cs)		1.032					
Koefisien Variasi (Cv)		0.422					
Koefisien Kurtosis (Ck)		2.587					

Tabel 2. Perhitungan Parameter Statistik Dari Data Curah Hujan

Tabel 3. Persyaratan Jenis Distribusi Frekuensi

NO	JENIS DISTRIBUSI	SYARAT	PERHITUNGAN	KETERANGAN
1	DISTRIBUSI NORMAL	$C_s \approx 0$	$C_s = 1,032$	TIDAK MEMENUHI
		$C_k = 3$	$C_k = 2,587$	
2	DISTRIBUSI LOG NORMAL	$C_s \approx 3 C_v + C_v^2 = 3$	$3 C_v + C_v^2 = 1,444$	TIDAK MEMENUHI
		$C_k = 5,383$	$C_k = 2,587$	
3	DISTRIBUSI GUMBEL	$C_s \leq 1,1396$	$C_s = 1,032$	MEMENUHI
		$C_k \leq 5,4002$	$C_k = 2,587$	
4	DISTRIBUSI LOG PERSON TIPE III	$C_s \neq 0$	$C_s = 1,032$	TIDAK MEMENUHI

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Gumbel

NO	TAHUN	CURAH HUJAN MAKSIMUM		
		mm (Ri)	Rr - Ri	
			(Rr - Ri) ²	
1	2005	240,0	117,13	13720,22
2	2006	149,0	-26,13	682,95
3	2007	89,0	33,87	1146,95
4	2008	112,0	10,87	118,08
5	2009	71,0	51,87	2690,15
6	2010	75,0	47,87	2291,22
7	2011	65,0	57,87	3348,55
8	2012	76,0	46,87	2196,48
9	2013	167,0	-44,13	1947,75
10	2014	142,0	-19,13	366,08
11	2015	126,0	-3,13	9,82
12	2016	210,0	-87,13	7592,22
13	2018	130,0	-7,13	50,88
14	2019	91,0	31,87	1015,48
15	2020	100,0	22,87	522,88
JUMLAH		1843,0	0,000	37699,73
Rr		122,87		
Sd		51,893		

Tabel 5. Curah Hujan Perhitungan Distribusi Gumbel

PERIODE ULANG T	Yt	Yn	Sn	Rr	Sd	K	CURAH HUJAN RENCANA (mm)
2	0.3665	0.5128	1.0210	122.87	51.893	-0.15	115.43
5	1.4999	0.5128	1.0210	122.87	51.893	0.92	173.04
10	2.2504	0.5128	1.0210	122.87	51.893	1.62	211.18

Uji Kecocokan

Tabel 6. Data Smirnov-Kolmogorov

NO	TAHUN	CURAH Hujan MAKSIMUM (Xi)	m	P(X)	P(X<)	f(t)	P'(X)	P'(X<)	D
1	2005	240,0	1	0,06	0,94	2,26	0,07	0,93	0,01
2	2006	149,0	2	0,13	0,88	0,50	0,14	0,86	0,02
3	2007	89,0	3	0,19	0,81	-0,65	0,21	0,79	0,03
4	2008	112,0	4	0,25	0,75	-0,21	0,29	0,71	0,04
5	2009	71,0	5	0,31	0,69	-1,00	0,36	0,64	0,04
6	2010	75,0	6	0,38	0,63	-0,92	0,43	0,57	0,05
7	2011	65,0	7	0,44	0,56	-1,12	0,50	0,50	0,06
8	2012	76,0	8	0,50	0,50	-0,90	0,57	0,43	0,07
9	2013	167,0	9	0,56	0,44	0,85	0,64	0,36	0,08
10	2014	142,0	10	0,63	0,38	0,37	0,71	0,29	0,09
11	2015	126,0	11	0,69	0,31	0,06	0,79	0,21	0,10
12	2016	210,0	12	0,75	0,25	1,68	0,86	0,14	0,11
13	2018	130,0	13	0,81	0,19	0,14	0,93	0,07	0,12
14	2019	91,0	14	0,88	0,13	-0,61	1,00	0,00	0,13
15	2020	100,0	15	0,94	0,06	-0,44	1,07	-0,07	0,13
JUMLAH DATA (n)	15	D max							0,13
RATA-RATA STANDAR DEVIASI (S)	122,867 51,893	D kritis							0,34

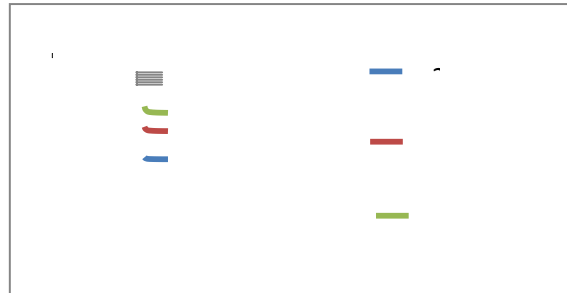
Analisa Koefisien Limpasan

Tabel 7. Koefisien Limpasan Komposit

jenis fungsi lahan	Luas (Ha)	c	luas x C
pemukiman	27,95	0,95	26,5525
perkerasan	0,00091	0,95	0,000865
taman/kuburan/lahan kosong	3,71	0,25	0,9275
daerah tangkapan air danau cimpago	11		10,45
C = (luas x C) / luas		0,89	

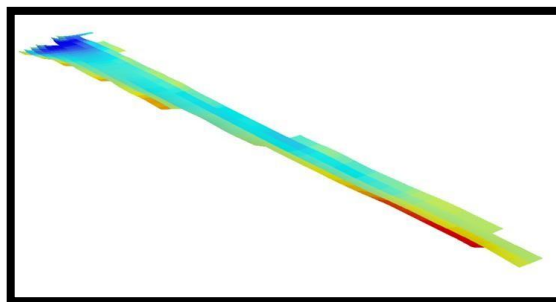
Intensitas Curah Hujan

Hasil perhitungan intensitas curah hujan diatas kemudian dimasukkan ke dalam grafik IDF (*Intensity Duration Frequency*). Lengkung IDF menggambarkan hubungan antara intensitas curah hujan (I) dengan waktu durasi hujan (t).



Gambar 2. Grafik *Intensity Duration Frequency*

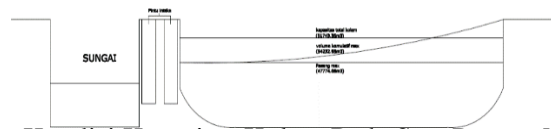
Perhitungan Kapasitas Total Kolam



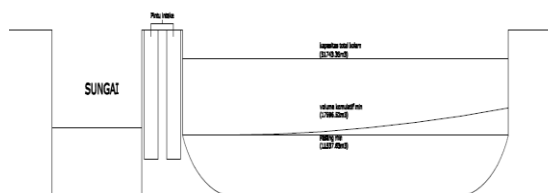
Gambar 3. Danau Cimpago ArcGis

Dari hasil perhitungan volume di ArcGIS didapatkan luas kolam retensi Danau Cimpago sebesar 2,65 hektar dan volume total adalah sebesar 51743,35 m³ pada elevasi muka air 1,7 mdpl.

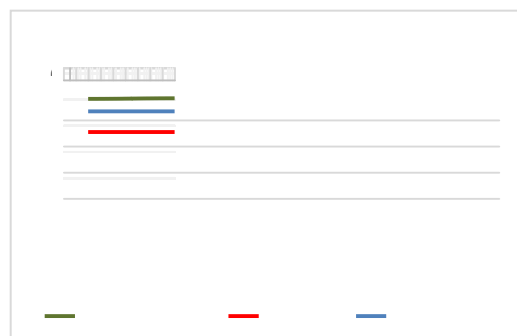
Perhitungan Kapasitas Sisa Kolam Akibat Pengaruh Air Pasang



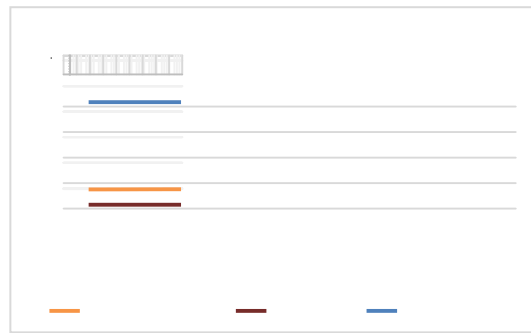
Gambar 4. Kondisi Kapasitas Kolam Pada Saat Pasang Maksimum



Gambar 5. Kondisi Kapasitas Kolam Pada Saat Pasang Surut Minimum



Gambar 6. Kapasitas Kolam Pada Saat Pasang Maksimum



Gambar 7. Kapasitas Kolam Pada Saat Pasang Surut Minimum

Potensi Genangan Air Yang Terjadi Akibat Volume Yang Tidak Dapat Ditampung Oleh Kolam Retensi



Gambar 8. Peta Potensi Genangan Banjir Akibat Kelebihan Air Pada Danau Cimpago

Pembahasan

Dari hasil analisis penelitian diperoleh data dengan luas daerah tangkapan air sebesar 11 Ha, dari analisis hidrologi diperoleh curah hujan maksimum 240,0 mm dalam jangka waktu 15 tahun terakhir dengan menggunakan stasiun hujan Simp. Alai di karenakan jarak terdekat dari lokasi penelitian alasannya setelah di hitung dengan poligon thiessen tidak memenuhi syarat karena jarak lokasi stasiun hujan terlalu jauh. Dari hasil parameter statistik diperoleh jenis distribusi frekuensinya yaitu distribusi gumbel, hanya distribusi ini yang memenuhi syarat. Dari hasil uji kecocokan Smirnov di dapat nilai D max sebesar 0,13 sedangkan D kritis 0,34 dengan derajat kepercayaan 5% dan jumlah data sebanyak 15 data maka di simpulkan bahwa uji kecocokan dapat di terima. Analisa koefisien limpasan di dapat dari data penggunaan tata lahan , untuk waktu konsentrasi di peroleh dengan menggunakan metode kirpich, debit banjir menggunakan rumus rasional di dapatkan $Q = 1,35 \text{ m}^3/\text{detik}$. Pengoperasian pintu air pada kolam retensi Danau Cimpago yaitu dengan pengoperasian cara manual. Dari hasil survey kelapangan tidak ada petugas penanggung jawab dari pengoperasian pintu tersebut. Pada saat meninjau kelapangan ternyata pintu air terkesan tidak pernah dibuka lagi bagaimanapun kondisinya, pintu air tersebut juga tidak tertutup dengan rapat atau bisa saja terjadi kebocoran.



Gambar 9. Kondisi Pintu Air Kolam Retensi Danau Cimpago

Pengoperasian pintu air hanya akan dibuka ketika tinggi muka air pada danau lebih tinggi dari pada tinggi muka air pada sungai, dan kemudian ditutup kembali ketika tinggi muka air kolam dengan sungai sudah sama atau ketika air laut tiba-tiba mengalami pasang naik. Berdasarkan grafik pada Gambar 5 dan Gambar 6 pengoperasian pintu air pada kondisi pasang naik maksimum adalah dengan cara membuka pintu air pada menit ke-90 dan pada kondisi pasang surut minimum kolam tidak berpengaruh dan tidak terisi secara penuh, tetapi mengalami penyusutan pada kolam tersebut.

D. Penutup

Dari hasil studi analisa dan pengamatan yang dilakukan dilapangan pada Kolam Retensi Danau Cimpago Kota Padang, dapat disimpulkan bahwa: Kapasitas volume total pada Kolam Retensi Danau Cimpago adalah sebesar 51743,35 m³ pada elevasi muka air 1,7 mdpl. Maka nilai pasang surut maksimum sebesar 1,5 mdpl dan nilai pasang surut minimum sebesar 0,0 mdpl. Dari hasil tersebut terdapat dua kondisi yaitu kondisi ketika danau terpengaruh oleh pasang maksimum 1,5 mdpl dan kondisi eksisting danau dengan tinggi muka air pada surut minimum 0,0 mdpl. Pada saat pasang maksimum (1,5 mdpl) kolam retensi terisi oleh air pasang sebesar 47774,06 m³, sedangkan pada pasang surut minimum (0,0 mdpl) terisi sebesar 11537,63 m³. Debit banjir rencana dengan periode ulang 5 tahun adalah sebesar 1,35 m³/detik. Debit banjir rencana akan diolah lagi untuk mendapatkan prediksi volume kumulatif banjir. Volume Kumulatif banjir didapatkan sebesar 6458,89 m³, sedangkan volume banjir kondisi maksimum 2489,60 m³ dan pada saat kondisi surut minimum - 33746,82 m³. Sedangkan Kapasitas kolam tersisa setelah dikurangi volume ketika pasang maksimum adalah 3969,29 m³ dan pada kondisi pasang surut minimum adalah 40205,72 m³. Nilai Pengaruh Efektivitas Kolam Retensi Danau Cimpago pada kondisi pasang maksimum adalah 61,70% dan pada kondisi pasang surut minimum adalah 625,06%.

Daftar Pustaka

- Dirjen Cipta Karya. (2012). *Tata Cara Perencanaan Kolam Detensi, Kolam Retensi dan Sistem Polder*. Diambil dari http://ciptakarya.pu.go.id/plp/upload/peraturan/buku_jilid_1_tata_cara_perencanaan_drainase.pdf
- Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press.
<https://pasanglaut.com/as/west-indonesia/padang>
- Junaidi, A., & Nurhamidah. (2017). Flood problem in Padang city: The effectiveness solution. Ministry of Agrarian and Spatial Planning. (2007). *Indonesia Spatial Planning Act*.
- Nurhamidah, Junaidi, A., & Anggraini, L. (2016). *An immediate review of flood characteristic on delta lowland Sumatra using D8 model spatial analysis*.pelaGIS. (2011). *Modul pelatihan sistem informasi geografis tingkat lanjut*.
- Presiden Republik Indonesia. (2012). *PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR 37 TAHUN 2012. 5*.
- Sapardi, Y., Nurhamidah, & Junaidi, A. (2018). Penentuan Potensi Daerah Banjir di Nagari Selayo dengan Spatial Hydrologic Model. *Penentuan Potensi Daerah Banjir di Nagari Selayo dengan Spatial Hydrologic Model*.

- Somantri. (2008). *Pemanfaatan Teknik Penginderaan Jauh untuk Mengidentifikasi Kerentanaan dan Risiko Banjir*. 8(2).
- Sumanto, (2018). *Penerapan Sistem Kolam Retensi (Retarding Basin) Pada Daerah Aliran Sungai Untuk Pengendalian Banjir Kota Medan*
- Sugiyanto, K. (2002). Penyebab Terjadinya Banjir. *Penyebab Banjir*.
- Suripin. (2002). Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. In *Yogyakarta : Andi*.UNDP, T. T. N. (2007). *Modul Pelatihan ArcGIS Dasar*.
- Trihilhami,A (2020). *Kolam Retensi Sebagai Upaya Pengendalian Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Batang Pangian*. illsdale, NJ: L. Erlbau