

PENELUSURAN BANJIR KOLAM RETENSI SUSUKAN KECAMATAN UNGERAN TIMUR KABUPATEN SEMARANG

Anita Khairul¹⁾, Diah Fatmawati²⁾, Ratih Pujiastuti³⁾, Totok Apriyanto⁴⁾
Program Studi Teknik Sipil Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman
E-mail: anitakhairul0305@gmail.com¹⁾, diyahfatmawati47@gmail.com²⁾,
ratih.adiyanto@gmail.com³⁾, apri.totok@gmail.com⁴⁾

ABSTRACT

Floods are natural disasters that occur in an area due to the inability of drainage channels or many rivers, in overcoming the flooding problem that occurred a problem that occurred in, Susukan District, East Ungaran District, the Semarang Regency Government has taken action by constructing a retention pond. This research aims to analyze the capacity of the retention pond.

This research required data: topographic data, rainfall data and geotechnical soil data. The analysis carried river watershed and hygrological analysis which includes: determining average rainfall, planned flood discharge, flood routing and calculating the stability of the spillway building.

From the results of the hydrological analysis, the flood discharge value obtained using the gamma I unit hydrograph method for a 5-year return period was 21,53 m³/second. In flood investigations, an outflow value of 21.11 m³/second was obtained with an overflow height of 1,65 m.

Keywords: retention pond, flood discharge, flood routing

ABSTRAK

Banjir merupakan bencana alam yang terjadi di suatu kawasan akibat ketidakmampuan saluran atau banyak dialiri oleh sungai alam. Dalam mengatasi permasalahan banjir yang terjadi di Kelurahan Susukan Kecamatan Ungaran Timur, pemerintah Kabupaten Semarang telah melakukan penanganan dengan melakukan pembangunan kolam retensi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penelusuran banjir pada kolam tersebut.

Pada penelitian ini diperlukan data topografi, data curah hujan dan data tanah geoteknik. Adapun analisa yang dilakukan antara lain: delineasi daerah aliran sungai (DAS), analisa hidrologi yang meliputi penentuan curah hujan areal, debit banjir rencana, dan flood routing / penelusuran banjir.

Dari hasil analisa hidrologi diperoleh nilai debit banjir dengan metode Hidrograf Satuan Gamma I kala ulang 5 tahun sebesar 21,53 m³/detik. Dalam penelusuran banjir didapat nilai outflow sebesar 21,11 m³/detik dengan tinggi muka air sebesar 1,65 m.

Kata Kunci: kolam retensi, debit banjir, penelusuran banjir

PENDAHULUAN

Banjir merupakan bencana alam yang terjadi disuatu kawasan akibat ketidakmampuan saluran atau sungai. Pada wilayah persawahan Kampung Pulo Kelurahan Susukan merupakan salah satu wilayah yang sering terjadi banjir khususnya saat musim

penghujan. Hal tersebut sangat memprihatinkan mengingat pada wilayah tersebut merupakan persawahan yang luas, akibat dari banjir tersebut menyebabkan petani rugi dan gagal panen. Dalam mengatasi permasalahan banjir yang terjadi di wilayah Kampung Pulo Kelurahan Susukan

Kecamatan Ungaran Timur, Pemerintah Kabupaten Semarang telah melakukan penanganan dengan melakukan pembangunan kolam retensi. Pada kolam dilengkapi pelimpah tipe *box culvert* dengan dimensi 1x1 m. Melihat ukuran bangunan pelimpah existing yang ada, jika dibandingkan dengan volume kolam dan luasan daerah tangkapannya dikhawatirkan bangunan tersebut tidak mampu menampung air limbah pada saat banjir. Jika terjadi hal tersebut, air akan melimpas tanggul dan meluap ke sekitar kolam retensi. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan peninjauan ulang khususnya pada penelusuran banjir di kolam guna menentukan dimensi bangunan pelimpah yang sesuai.

STUDI PUSTAKA

Banjir yang menggenangi kawasan perkotaan atau pedesaan maupun pertanian pada musim hujan terjadi sebagai akibat tidak tertampungnya aliran permukaan air yang mengalir di permukaan tanah oleh sungai dan saluran air lainnya [1]. Kolam Retensi Susukan Ungaran Timur adalah bangunan pengendalian banjir di area persawahan Kampung Pulo Dusun Mojo Kelurahan Susukan Kecamatan Ungaran Timur. Seiring dengan selesainya pembangunan kolam retensi susukan ungaran timur pada tahun 2022, maka perlu dilaksanakan evaluasi terhadap keberadaan bangunan tersebut,

apakah sudah berfungsi baik dalam mengatasi banjir, kegiatan operasi dan pemeliharaan yang telah dilaksanakan apakah sudah berjalan sesuai prosedur, supaya fungsi dari kolam retensi dapat berlangsung lama.

Sistem Drainase

Sistem drainase perkotaan adalah suatu kesatuan sistem teknis dan non teknis dari prasarana dan sarana drainase perkotaan yang berfungsi mengelola atau mengendalikan air permukaan, sehingga tidak merugikan masyarakat [2]. Oleh karena itu perlu dikampanyekan drainase ramah lingkungan, yaitu drainase yang mengelola air kelebihan (air hujan) dengan cara ditampung untuk dipakai sebagai sumber air bersih, menjaga tanah dan meningkatkan kualitas ekologi, diresapkan ke dalam tanah untuk meningkatkan cadangan air tanah, dialirkan atau diataskan untuk menghindari genangan serta dipelihara agar berdaya guna secara berkelanjutan [2].

Kolam detensi dan retensi

Tipe kolam detensi, kolam retensi dan kolam tandon ada 2 (dua) yaitu:

- a. Kolam retensi terletak disamping badan saluran atau sungai,
- b. Kolam retensi terletak di dalam badan sungai,
- c. Kolam retensi tipe storge memanjang.

Analisis Hidrologi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi, seperti besarnya curah hujan, temperature, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah terhadap waktu. Data hidrologi dianalisis untuk membuat keputusan dan menarik kesimpulan mengenai fenomena hidrologi berdasarkan sebagian data hidrologi yang dikumpulkan [3]. Langkah-langkah analisis hidrologi sebagai berikut:

- Menentukan luas daerah aliran sungai (DAS),
- Menentukan hujan kawasan,
- Menentukan distribusi probabilitas untuk analisis frekuensi,
- Menentukan curah hujan rencana periode ulang T tahun,
- Menghitung debit banjir rencana untuk periode ulang T tahun.

Penentuan curah hujan kawasan

Untuk menentukan curah hujan kawasan dalam analisis hidrologi dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu aritmatik, metode polygon *Thiessen* dan metode Isohyet [4].

Parameter statistik yang penting dalam analisis hidrologi adalah:

- Rata-rata hitung (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

- Deviiasi Standar (S)

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n \{Xi - \bar{X}\}^2}{n - 1}}$$

- Koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S_d}{\bar{X}rt}$$

- Koefisien kemiringan (Cs)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=0}^n \{Xi - \bar{X}\}^3}{(n - 1)(n - 2)S_d^3}$$

- Koefisien kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \{Xi - \bar{X}\}^4}{S_d^4}$$

Dimana:

$\bar{X}rt$ = tinggi hujan harian maksimum rata-rata selama n tahun (mm)

$\sum X$ = jumlah tinggi hujan harian maksimum selama n tahun (mm)

n = jumlah tahun pencatatan data hujan

S_d = deviasi standar

C_k = koefisien kurtosis

Pemilihan jenis metode sebaran:

- Metode gumbel tipe I

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{Sn} (Y_T - Y_n)$$

- Metode log person tipe III

$$Y = \bar{Y} + K.S$$

- Metode log normal

$$X_T = \bar{X} + Kt.Sd$$

- Metode normal

$$X_T = \bar{X} + Kt.Sd$$

Dimana:

X_T = nilai hujan rencana dengan satuan ukur T tahun (mm)

\bar{X} = nilai rata-rata hujan (mm)

S = deviasi standar (simpangan baku)

Y_T = nilai reduksi variat

Y_n = nilai rata-rata dari reduksi variat

K = karakteristik distribusi peluang log-person tipe III

Kt = standar variable

Uji keselarasan sebaran

Uji metode dilakukan dengan uji keselarasan distribusi yang dimaksud untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih, dapat mewakili dari distribusi statistik data yang dianalisis [3]. Ada dua jenis keselarasan yaitu uji keselarasan Chi kuadrat dan *Smirnov Kolomogorof*.

Intensitas Curah Hujan

Untuk menghitung intensitas curah hujan, dapat digunakan rumus empiris dari Dr, Mononobe[5].

$$I = \frac{R_{24}}{24} * \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Dimana:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t = lamanya curah hujan (jam)

Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit rencana menggunakan

beberapa metode diantaranya hubungan empiris antara curah hujan dengan limpasan, rumus yang digunakan diantaranya[6].

1. Metode rasional
2. Metode *der weduwen*
3. Metode haspers
4. Metode FSR Jawa dan Sumatra
5. Metode analisis hidrograf satuan sintetik gamma I

Perhitungan Kolam Retensi

Kolam tampungan adalah tempat penampungan debit saluran sementara sehingga banjir dapat dikurangi. Perhitungan volume tampungan dilakukan berdasarkan hidrograf banjir yang masuk ke kolam, persamaan untuk menentukan volume kolam retensi adalah sebagai berikut [7]:

$$\Delta S = S_{in} - S_{out}$$

Dimana:

ΔS = Perubahan tampungan (perubahan tandon)

S_{in} = Volume masuk (debit inflow)

S_{out} = Volume keluar (debit outflow)

METODOLOGI

Pengumpulan Data

Dalam analisis kapasitas kolam retensi untuk pengendalian banjir di Desa Susukan Kecamatan Ungaran Timur Kabupaten Semarang ini data yang dikumpulkan adalah:

1. Peta topografi

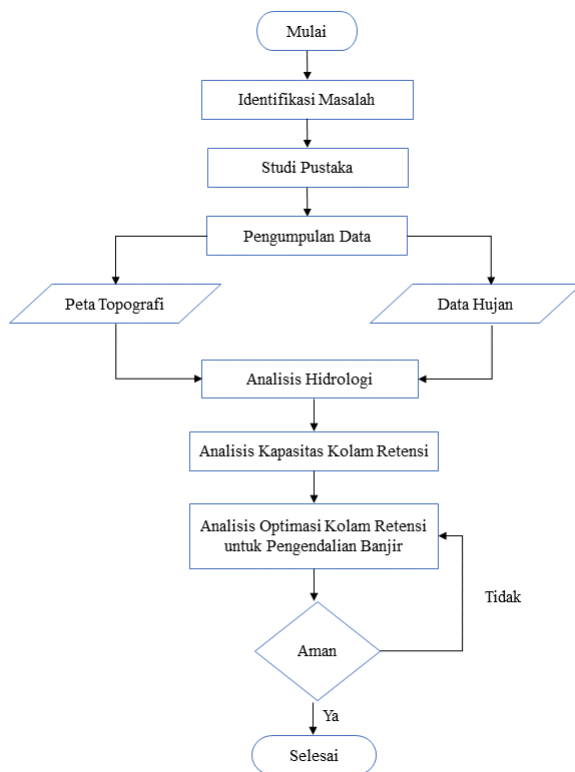
Peta kolam retensi di dapat dari Indonesia

Geospatial Portal, yang dapat diakses pada <https://tanahair.indonesia.go.id>, dengan skala 1:25.000 dan kontur per 12,5 m.

2. Data curah hujan

Data curah hujan diperoleh dari pos pengamatan yang ada di sekitar wilayah studi. Data ini dikelola oleh dinas terkait seperti BBWS Pemali Juana, Dinas PUSTARU Prov. Jawa Tengah atau Dinas PU Kab. Semarang.

dikeluarkan oleh BIG (Badan Informasi Geospasial). Perhitungan luasan DAS ini diukur dengan menggunakan program *autocad*. Luas DAS kolam retensi dapat dilihat pada Gambar 2.

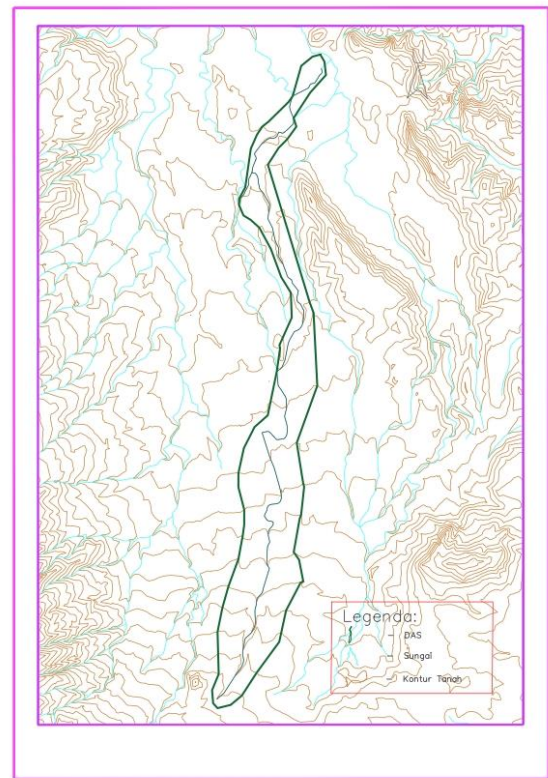


Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

ANALISIS DAN PERHITUNGAN

Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS)

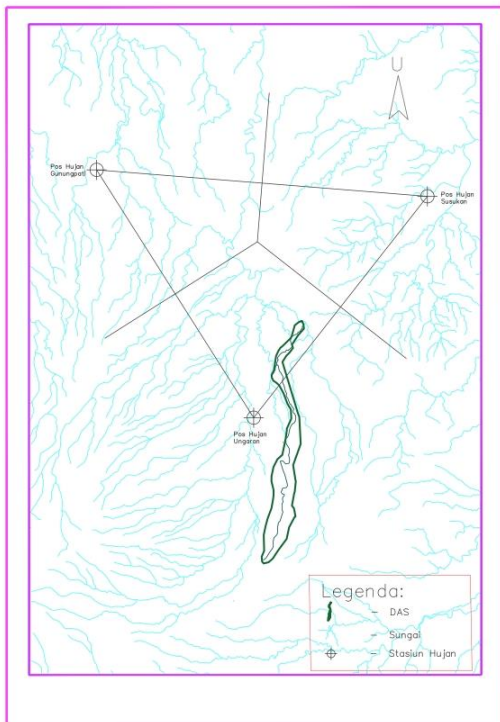
Penempatan daerah aliran sungai (DAS) pada daerah kolam retensi dilakukan berdasarkan pada peta rupa bumi skala 1:25.000 yang



Gambar 2. DAS Kolam Retensi Susukan

Penentuan Luas Pengaruh Stasiun Hujan

Stasiun hujan yang masuk pada lokasi DAS berjumlah tiga buah stasiun yaitu Sta. Ungaran, Sta. Susukan dan Sta. Gunungpati. Penentuan luas pengaruh stasiun hujan dengan Metode polygon *Thiessen* karena kondisi topografi dan jumlah stasiun memenuhi syarat. Pengaruh daerah tiap stasiun dapat dilihat pada Gambar 3 diketahui bahwa pos hujan yang berpengaruh pada lokasi studi adalah Sta. Ungaran.



Gambar 3. Pengaruh Stasiun Hujan Terhadap DAS

Analisis Curah Hujan

Curah hujan maksimum diambil dari data Sta. Ungaran, dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Maksimum Tahunan

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)
1	1997	152
2	1999	125
3	2000	138
4	2001	80
5	2003	80
6	2006	67
7	2018	93
8	2019	104,3
9	2020	179,2
10	2021	107

Sumber: BBWS Pemali Juana

Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata

maksimum dengan Metode Polygon *Thiessen* di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan tahunan maksimum guna menentukan debit banjir rencana.

1. Parameter Statistik (Pengukuran Dispersi)

a) Deviasi standar (Sd)

Perhitungan deviasi standar dengan menggunakan persamaan :

$$S_d = \sqrt{\frac{11476,11}{10 - 1}}$$

$$= 35,71$$

b) Koefisien Skewness (Cs)

$$C_s = \frac{10 * 204198,68}{(10 - 1)(10 - 2) * 35,71^3}$$

$$C_s = 0,62$$

c) Pengukuran Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{1}{10} * \frac{29300519,07}{35,71^4}$$

$$C_k = 1,80$$

d) Koefisien variasi (Cv)

$$C_v = \frac{35,71}{112,55}$$

$$C_v = 0,32$$

2. Analisis Jenis Sebaran

a) Metode Gumbel Tipe I

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{S_n} (Y_T - Y_n)$$

b) Metode Log Person Tipe III

$$Y = \bar{Y} + K.S$$

$$\overline{\log(X)} = \frac{1125,5}{10} = 112,55$$

Sd = Standar Deviasi dihitung dengan persamaan :

$$\overline{Sd \log x} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{ \log(X_i) - \overline{\log(X)} \}^2}{n - 1}}$$

$$\overline{Sd \log x} = \sqrt{\frac{0,167165}{10 - 1}} = 0,05572$$

Nilai kemencengan

$$CS = \frac{n \sum (\log(X) - \overline{\log(X)})^3}{(n-1)(n-2)(Sd \log(X))^3}$$

$$CS = \frac{10 * 0,002442}{(10-1)(10-2) * 0,05572^3}$$

$$= 1,96075$$

c) Metode Log Normal

$$X_T = \bar{X} + Kt.Sd$$

d) Metode Normal

$$X_T = \bar{X} + Kt.Sd$$

Tabel 2. Curah Hujan Rencana

No	Periode Ulang	2	5	10	25	50	100
1	Gumbel Tipe I	107,71	150,33	178,55	205,26	214,21	240,66
2	Log Person Tipe III	99,05	126,40	151,29	191,74	229,27	274,08
3	Log Normal	103,72	137,28	153,17	190,82	230,91	268,17
4	Normal	130,40	119,69	116,12	114,34	113,26	112,91

Sumber: Hasil Perhitungan

Pada perhitungan metode sebaran di atas akan dipilih satu metode distribusi sebaran yang akan digunakan sesuai dengan parameter persyaratan. Persyaratan dari metode distribusi dapat ditunjukkan

Dari keempat metode yang digunakan di atas yang paling mendekati adalah sebaran Metode Log Person III dengan nilai $Cs = 0,1340$ mendekati persyaratan $Cs \neq 0$ dan nilai $Cv = 0,0012$ yang mendekati persyaratan $Cv = 0,3$. Sebaran ini kemudian diuji dengan Chi kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

3. Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan ini menggunakan Metode Mononobe dengan mengacu pada persamaan :

$$I = \frac{R_{24}}{24} * \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

Tabel 3. Intensitas Curah Hujan

Waktu	Intensitas Curah Hujan (I)					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
	99,50	126,40	151,29	191,74	229,26	274,08
t	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	17,25	21,91	26,23	33,24	39,74	47,51
2	10,87	13,80	16,52	20,94	25,04	29,93
3	8,29	10,53	12,61	15,98	19,11	22,84
4	6,84	8,70	10,41	13,19	15,77	18,85
5	5,90	7,49	8,97	11,37	13,59	16,25
6	5,22	6,64	7,94	10,07	12,04	14,39

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan Debit Banjir Rencana

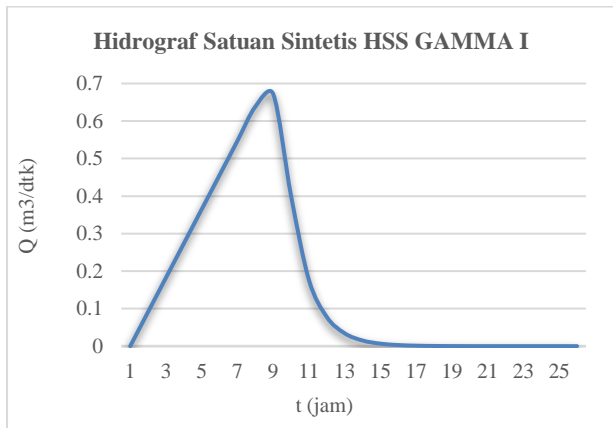
Debit banjir rencana metode HSS Gamma I

$$Qt = Qp . e^{\left(\frac{-t}{k}\right)}$$

Tabel 4. Unit Resesi Hidrograf

t	k	t'-t-7,36	t'/k	e	Qp	Qt
0	0	0	0	0	0	0
1	1,22	0	0	2,718	0,619	0,091
2	1,22	0	0	2,718	0,619	0,182
3	1,22	0	0	2,718	0,619	0,273
4	1,22	0	0	2,718	0,619	0,365
5	1,22	0	0	2,718	0,619	0,456
6	1,22	0	0	2,718	0,619	0,547
7	1,22	0	0	2,718	0,619	0,639
7,37	1,22	0	0	2,718	0,619	0,672

Sumber: Hasil Perhitungan

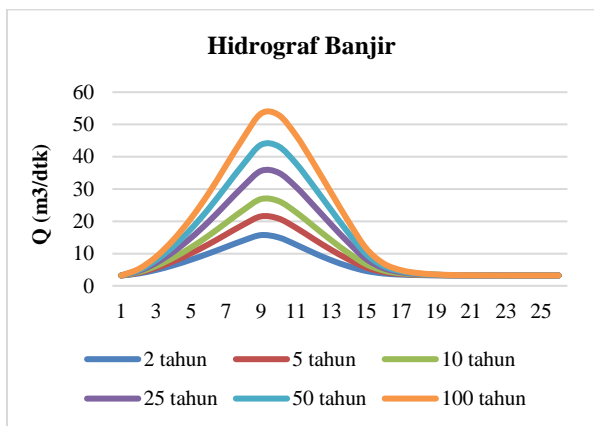


Gambar 4. Grafik Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) Gamma I

Tabel 5. Rekapitulasi Debit Banjir Rencana HSS Gamma I

t (jam)	Debit banjir rencana (m ³ /dtk)				
	2 th	5 th	10 th	25 th	50 th
0	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21
1	3,83	4,04	4,24	4,56	4,86
2	4,93	5,56	6,14	7,09	7,97
3	6,39	7,62	8,75	10,59	12,30
4	8,11	10,09	11,92	14,90	17,66
5	10,02	12,89	15,55	19,87	23,88
6	12,05	15,94	19,55	25,40	30,84
7	14,08	19,00	23,55	30,94	37,80
7,37	15,72	21,53	26,90	35,62	43,72

Sumber: Hasil Perhitungan

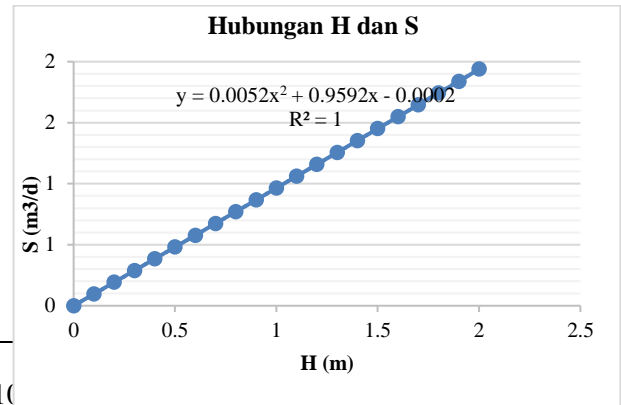


Gambar 5. Rekapitulasi Hidrograf Banjir Rancangan

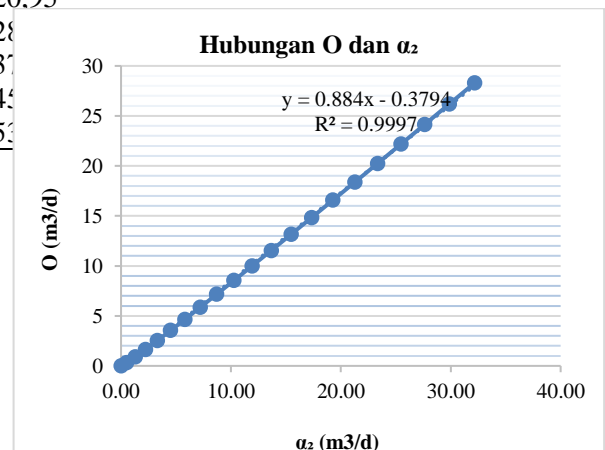
Flood routing / penelusuran banjir dilakukan pada dua kondisi yaitu dengan desain existing pelimpah *box culvert* dengan ukuran 1x1m serta dengan

rekomendasi desain pelimpah berupa pelimpah bebas type *ogee* lebar 5m.

Pada kondisi existing, perhitungan tinggi peluapan (head H), O, S didapatkan grafik berikut.



Gambar 6. Grafik Hubungan S dan H Kondisi Existing



Gambar 7. Grafik Hubungan O dan α_2 Kondisi Existing

Berdasarkan hasil perhitungan *flood routing* kondisi eksisting di dapat bahwa tinggi muka air banjir tertinggi adalah 2,59 m dengan elevasi 310,99 m. Pada kolam retensi, elevasi tanggul maksimum berada pada elevasi 310,40 m. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa debit banjir pada kondisi eksisting melimpas tanggul.

Perhitungan *flood routing* berikutnya dilakukan dengan pelimpah bebas type *ogee* lebar 5m. Hasil analisis menunjukkan bahwa debit banjir yang masuk ke kolam/inflow maksimum adalah 21,53 m³/dtk dan debit yang keluar/*outflow* adalah. 21,11 m³/dtk. Tinggi muka air maksimum berada pada elevasi 310,05 m. Dengan pelimpah ini elevasi banjir berada di bawah elevasi tanggul maksimum sehingga tidak terjadi limpasan.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Berdasarkan analisa hidrologi didapat curah hujan rencana menggunakan metode Log Person III kala ulang 5 tahun adalah 126,4 mm dan debit banjir kala ulang 5 tahun adalah 21,53 m³/dtk pada jam ke 7,37.
2. Perhitungan *flood routing* dilakukan pada dua kondisi yaitu dengan peluap existing *box culvert* 1x1 m menghasilkan tinggi muka air maksimum pada elevasi 310,99m. Dengan elevasi tanggul maksimum berada pada elevasi 310,40m, dapat disimpulkan bahwa debit banjir pada kondisi eksisting melimpas tanggul.
3. Perhitungan *flood routing* dengan pelimpah bebas type *ogee* lebar 5m menghasilkan debit banjir *inflow* maksimum adalah 21,53 m³/dtk dan *outflow* adalah. 21,11 m³/dtk. Tinggi muka air maksimum berada pada elevasi 310,05 m. Dengan pelimpah ini elevasi banjir berada di bawah elevasi tanggul maksimum sehingga tidak terjadi limpasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Arsyad, *Konservasi Tanah Dan Air*. 2006.
- [2] Kementerian Pekerjaan Umum, *JDIH - Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum PUPR*. 2014.
- [3] Soewarno, *Hidrologi : aplikasi metode statistik untuk analisa data; jilid 1*. Bandung: Nova, [1995], 1995.
- [4] B. Triatmojo, *Hidrologi terapan / Bambang Triatmodjo*. 2008.
- [5] C. D. . Soemarto, *Hidrologi teknik oleh C.D. Soemarto*. Erlangga, 1999.
- [6] I. Subarkah, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. 1980.
- [7] S. Hindarko, *Drainase Perkotaan (Seri Lingkungan Hidup), Edisi Kedua - Pokja AMPL : Air Minum dan Penyehatan Lingkungan*. 2000.