

ANALISIS PERENCANAAN LAHAN KOLAM RETENSI DI KELURAHAN TIPES KOTA SURAKARTA

Nicky Lauda Jalu Pradana¹⁾Siti Qomariyah²⁾ Suyanto³⁾

1) Mahasiswa Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

2) 3) Pengajar Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jalan Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524.

Email : nickyluadapradana@gmail.com

Abstract

The major flood in Surakarta city occurred at the end of 2007. High rainfall, damaged drainage channel and decreased conservation area impact to flood inundation. Consequently, areas of Kelurahan Tipes traversed Premulung River inundated. One effort to reducing the flood is by providing a retention pond. This study used a quantitative descriptive method by collecting data from the catchment area of Kali Premulung. Rainfall data from 1995 to 2014 was used to analysis flood discharge by Rational Method. The analysis resulted, the highest flood flow rate value with return period of ten years of 120,866 m³/s. The capacity of retention pool with 2,5 m depth was 15.000 m³. The maximum capacity of pool could be achieved after the minutes-118,24 m³/s of the highest flood flow. The effectiveness of retention pool to the peak floodflow rate on the minutes-274,9 was 5,46%. The area used for retention pool was 6.000 m² and area of office building was 1.900 m².

Keywords : Retention pond, Kali Premulung, Flood control, Green space

Abstrak

Musibah banjir besar di Kota Surakarta terjadi pada akhir tahun 2007. Tingginya curah hujan, kondisi saluran drainase kota yang buruk dan kurangnya daerah resapan air menyebabkan daerah yang berada di daerah aliran sungai (DAS) Premulung juga mengalami bencana banjir. Akibatnya Kelurahan Tipes yang dilalui Sungai Premulung tergenang. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi volume banjir adalah dengan kolam retensi. Studi ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan cara pengumpulan data daerah tangkapan air Sungai Premulung dan perencanaan kolam retensi di Kelurahan Tipes. Data hujan yang digunakan sebagai Analisis volume banjir adalah data hujan dari tahun 1995 sampai 2014. Perhitungan debit banjir menggunakan Metode Rasional. Dari hasil analisis didapatkan nilai debit banjir puncak dengan kala ulang 10 tahunan adalah 139,916 m³/detik. Kapasitas kolam retensi dengan kedalaman 2,5 meter adalah 15.000 m³. Kapasitas maksimum kolam dapat tercapai setelah menit ke 118,24 m³/detik dan efektivitas kolam retensi terhadap debit banjir puncak pada menit ke 274,9 adalah 4,72%. Luas yang digunakan untuk kolam penampungan adalah 6.000 m² dan luas bangunan pengelola adalah 1.900 m².

Kata kunci : Kolam retensi, Sungai Premulung, Penanganan banjir, Perencanaan

PENDAHULUAN

Banjir Kota Surakarta yang terjadi pada akhir tahun 2007 yaitu tepatnya pada tanggal 26 Desember tahun 2007 terjadi akibat dari curah hujan yang tinggi. Selain curah hujan yang tinggi kondisi saluran drainase dan letak geografis Kota Surakarta sangat mempengaruhi. Curah hujan Kota Surakarta berdasarkan Badan Pusat Statistik Kota Surakarta (2015) termasuk pada golongan sedang yakni 2200 mm. Kota ini berada di daerah cekungan dari dua sisi gunung berapi serta dilintasi beberapa anak sungai Bengawan Solo. Data dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Surakarta (2012) menyebutkan bahwa daerah-daerah yang mengalami genangan akibat luapan sungai menyebar di 12 Kelurahan yaitu Kelurahan Jebres, Kelurahan Pucang Sawit, Kelurahan Jagalan, Kelurahan Joyosuran, Kelurahan Pasar Kliwon, Kelurahan Joyotakan, Kelurahan Tipes, Kelurahan Sewu, Kelurahan Sangkrah, Kelurahan Sumber, Kelurahan Semangi, Kelurahan Gandekan.

Kelurahan Tipes termasuk daerah yang terdampak banjir akibat dari luapan sungai Premulung. Oleh sebab itu di Kelurahan Tipes terdapat lahan yang dapat dimanfaatkan sebagai tempat untuk mengurangi dampak banjir. Lokasi tersebut berada di lapangan Pringgolayan Kelurahan Tipes. Lokasi tersebut sangat strategis di karenakan berada tidak jauh dari sungai Premulung yang meluap apabila terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi dan terjadi aliran backwater dari sungai Bengawan Solo. Hal ini yang melatarbelakangi adanya studi untuk merencanakan lahan kolam retensi di daerah tersebut. Kolam retensi ini berfungsi untuk mengurangi dampak banjir di Kelurahan Tipes dan sekitarnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Banjir merupakan aliran yang relatif lebih tinggi dan tidak dapat tertampung oleh alur sungai atau saluran yang ada sehingga aliran tersebut menggenangi daerah sekitar.

menurut Suripin (2004), banjir adalah kondisi dimana ketidakmampuan saluran untuk menampung air atau terhambatnya aliran air dalam saluran.

Menurut Mochamad Zakky Yulianto (2015) dalam penelitiannya, pertumbuhan jumlah penduduk dan pembangunan sarana yang sangat cepat telah menyebabkan perubahan tata guna lahan. Dampaknya yaitu meningkatnya aliran permukaan yang sekaligus mempengaruhi penurunan jumlah air yang terserap ke dalam tanah. Sehingga terjadi ketimpangan distribusi air saat musim penghujan dan musim kemarau.

LANDASAN TEORI

Jumlah hujan diukur dengan alat ukur berupa penakar hujan atau *rain gauge* dengan satuan milimeter. Penentuan hujan wilayah juga dilakukan berdasarkan kondisi daerah dengan pemilihan metode sehingga mendapatkan hasil yang akurat. Beberapa metode yang sering digunakan dalam penentuan hujan wilayah berupa metode rerata aljabar, garis *isohyet*, dan poligon *thiessen*.

Probabilitas intensitas hujan yang beragam maka diperlukan analisis frekuensi untuk mengetahui nilai-nilai kritis dan ekstrim yang dapat mempengaruhi setiap perencanaan. Penentuan distribusi dapat dilakukan dengan beberapa metode sesuai dengan persyaratan nilai parameter statistik berupa standar deviasi (S_d), koefisien variasi (C_v), koefisien *skewness* (C_s), dan koefisien kurtosis (C_k).

Selanjutnya membandingkan parameter hasil sebaran dan pengamatan sehingga saling berkaitan antara teoritis dan probabilitas yang terjadi. Pengujian ini bergantung pada jumlah data (n) serta derajat kegagalan (α) yang dibandingkan dengan nilai kritis (Δ_{cr}). Hasil distribusi probabilitas menghasilkan hujan rencana yang dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Y_T = \bar{x} + K S_d \dots\dots\dots [1]$$

(Suripin, 2004)

dimana,

Y_T = hujan rencana

S_d = standar deviasi

Besarnya debit rencana yang melewati penampang sungai dengan periode ulang tertentu ditentukan oleh curah hujan bersera aliran. Debit banjir dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q = 0,278CIA \dots\dots\dots [2]$$

(Suripin, 2004)

- Intensitas curah hujan (I)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \dots\dots\dots [3]$$

- Waktu konsentrasi (t) dengan Metode *Kirpich*

$$t = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S}\right)^{0,385} \dots\dots\dots [4]$$

dimana,

Q = debit banjir rencana ($m^3/detik$)

C = koefisien pengaliran (*run off*)

I = intensitas curah hujan selama periode ulang t tahun (mm/jam)

A = luas daerah aliran (km^2)

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

t = waktu konsentrasi (jam)

S = kemiringan sungai

L = jarak dari ujung daerah hulu sampai titik yang ditinjau (km)

Koefisien pengaliran bergantung dari jenis tanah, kemiringan, luas dan bentuk pengaliran.

Kapasitas saluran yang direncanakan dihitung dengan memperhitungkan parameter untuk mengatur dan mendesain ulang. Rencana penampang dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q = A \times V \dots\dots\dots [5]$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \dots\dots\dots [6]$$

$$R^{2/3} = \frac{Q \times n}{I^{1/2} \times A} \dots\dots\dots [7]$$

(Bambang Triatmodjo, 1993)

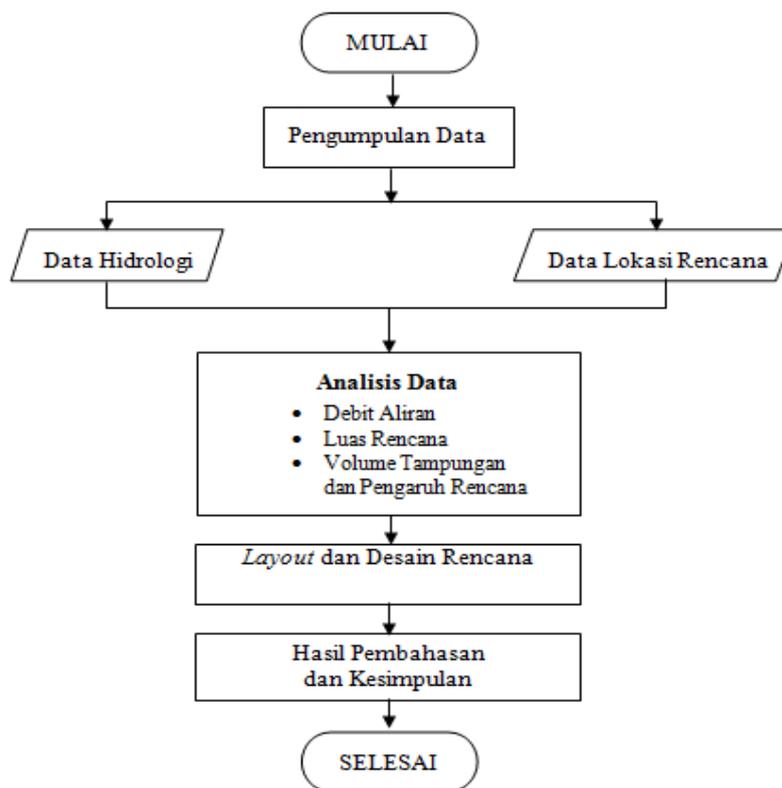
dengan

- Q = debit ($m^3/detik$)
- A = luas penampang basah saluran (m^2)
- V = kecepatan aliran ($m/detik$)
- n = koefisien kekasaran *manning*
- R = jari-jari hidrolis (m)
- P = keliling basah (m)
- I = kemiringan

METODE

Studi ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Penggunaan metode ini dengan cara pengumpulan data, analisis data yang akan menginterpretasikan hasil analisis untuk mendapatkan informasi yang dijadikan kesimpulan. Lokasi perencanaan berada di Kelurahan Tipes tepatnya berada di lapangan Pringgolayan Kelurahan Tipes Surakarta.

Tahapan penelitian dimulai dengan survei serta *investigasi* lahan rencana. Data hujan yang berasal dari Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo (BBWS) Surakarta dengan rentang tahun 1995 sampai 2014 yang dianalisis menjadi debit banjir sesuai dengan kala ulang rencana. Perangkat lunak yang digunakan adalah *Microsoft Excel* dalam perhitungan tersebut. Hasil perhitungan kemudian dipadukan dengan ketersediaan lahan dan penentuan wilayah untuk hujan dengan perangkat lunak Auto CAD serta pengaturan teknis perencanaan kolam retensi yang dapat diketahui pengaruh dari rencananya. Tahapan analisis perencanaan kolam retensi dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.

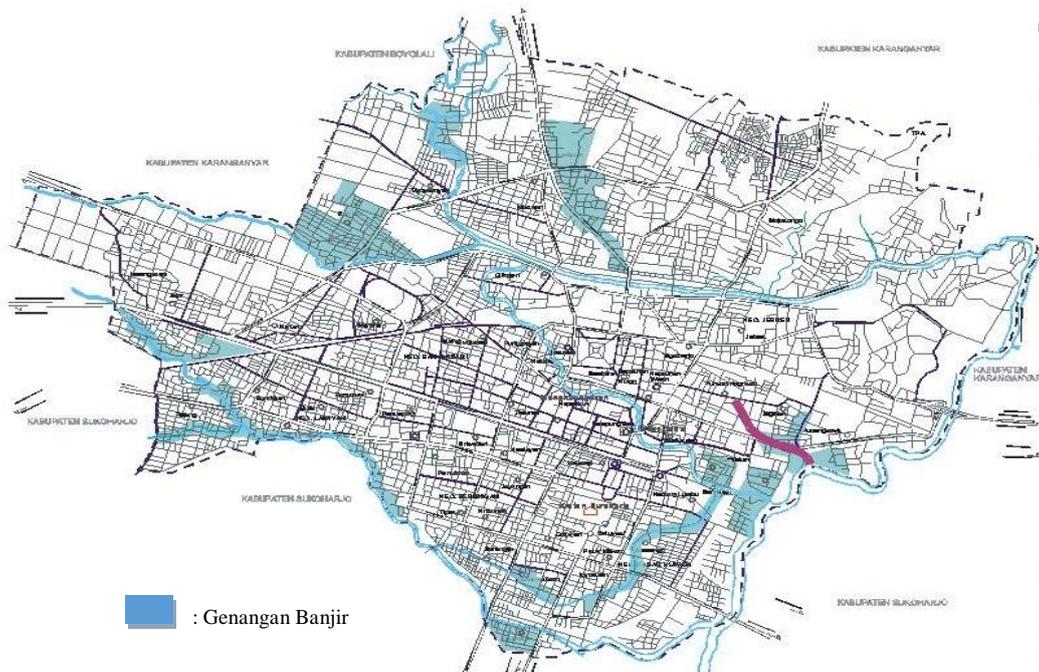


Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelurahan Tipes merupakan salah satu kelurahan di Kota Surakarta yang terletak di sebelah selatan berbatasan langsung dengan Kabupaten Sukoharjo. Kelurahan ini masuk pada daerah bantaran kali karena bersebelahan dengan Sungai Premulung yang mengarah ke Sungai Bengawan Solo.

Keadaan kelurahan yang berdekatan dengan bantaran sungai mengakibatkan Kelurahan Tipes sering dilanda banjir akibat meluapnya Sungai Premulung. Berdasarkan data Dinas Pekerjaan Umum Kota Surakarta (2007) menunjukkan daerah terdampak banjir dapat dilihat pada gambar berikut.



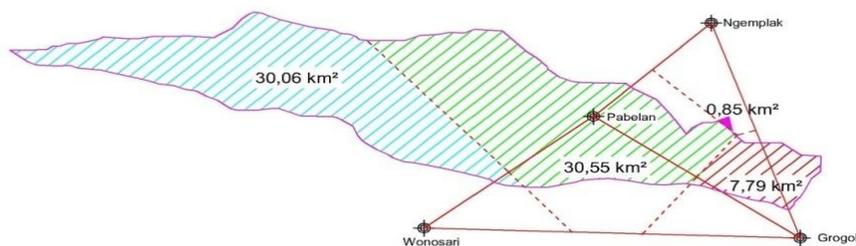
Gambar 2 Peta Genangan Banjir Kota Surakarta Tahun 2007
(DPU Kota Surakarta, 2007)

Banjir yang terjadi di Kelurahan Tipes disebabkan meluapnya Sungai Premulung dan terjadinya volume yang tinggi dari Sungai Bengawan Solo sehingga terjadi *backwater*. Sungai Premulung merupakan sub DAS dari Bengawan Solo memiliki area tangkapan berupa DAS Kali Premulung seluas 69,25 km² dan memiliki panjang sungai 28,71 km. Data hujan untuk DAS Kali Premulung diambil dari 4 stasiun. Rentang data selama 20 tahun dari tahun 1995 sampai 2014. Hasil rekapitulasi uji kepengangahan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Uji Kepengangahan Stasiun Hujan untuk DAS Sungai Premulung

Stasiun	Q_{ABS}	Q/\sqrt{n}	Nilai Kritis 90%	Keterangan
Pabelan	4,18	0,94	1,1	PANGGAH
Ngemplak	2,13	0,59	1,065	PANGGAH
Grogol	2,71	0,82	1,055	PANGGAH
Wonosari	0,86	0,35	0,63	PANGGAH

Penentuan hujan wilayah menggunakan metode Poligon *Thiessen* dengan 4 stasiun hujan. Penggambaran dan penentuan luas menggunakan perangkat lunak Auto CAD dengan peta *layout Google Maps* yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Poligon dan Koefisien *Thiessen* DAS Kali Premulung

Perhitungan parameter statistik hasil analisis hidrologi mendapatkan nilai sebagai berikut.

- Rata-rata (\bar{x}) = 4,57
- Standar deviasi (Sd) = 0,23
- Koefisien *skewness* (Cs) = -0,18
- Koefisien kurtosis (Ck) = 3,94

Koefisien variasi (Cv) = 0,054

Nilai tersebut untuk menentukan jenis distribusi berupa Log *Pearson type III* . Kemudian hasil perhitungan hujan rencana beserta intensitas hujan yang terangkum dalam tabel berikut.

Tabel 2 Hujan Rencana dan Intensitas Hujan

Kala Ulang (Tahun)	Hujan Rencana Harian (mm/hari)	Intensitas Hujan Harian (mm/jam)
2	96,809	12,428
5	117,066	15,029
10	128,810	16,536
20	139,864	17,955
25	142,185	18,253
50	151,302	19,424
100	159.810	20,516

Kala ulang yang digunakan berdasarkan syarat tipologi daerah perkotaan adalah hujan 10 tahunan. Hasil penentuan koefisien limpasan Sungai Premulung dilakukan dengan pengelompokkan tata guna lahan ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3 Hujan Rencana dan Intensitas Hujan

Tingkat Aliran	Koefisien Runoff	Luasan (km^2)	Nilai
Tinggi	0,70 – 0,90	6,1347	0,0709
Sedang	0,55 – 0,69	15,1279	0,1344
Rata-rata	0,35 – 0,54	14,4330	0,0927
Rendah	0,20 – 0,34	10,3719	0,0404
Sangat Rendah	0,05 – 0,19	23,1825	0,0402
<i>Koefisien Area Tangkapan Air Kali Premulung</i>			0,3797

Hasil perhitungan koefisien area tangkapan air Sungai Premulung didapatkan nilai koefisien 0,3803 sehingga debit banjir rencana yang dihitung dengan Metode Rasional dilihat pada perhitungan berikut.

$$A = 69,25 \text{ km}^2$$

$$I_{10} = 16,536 \text{ mm/jam}$$

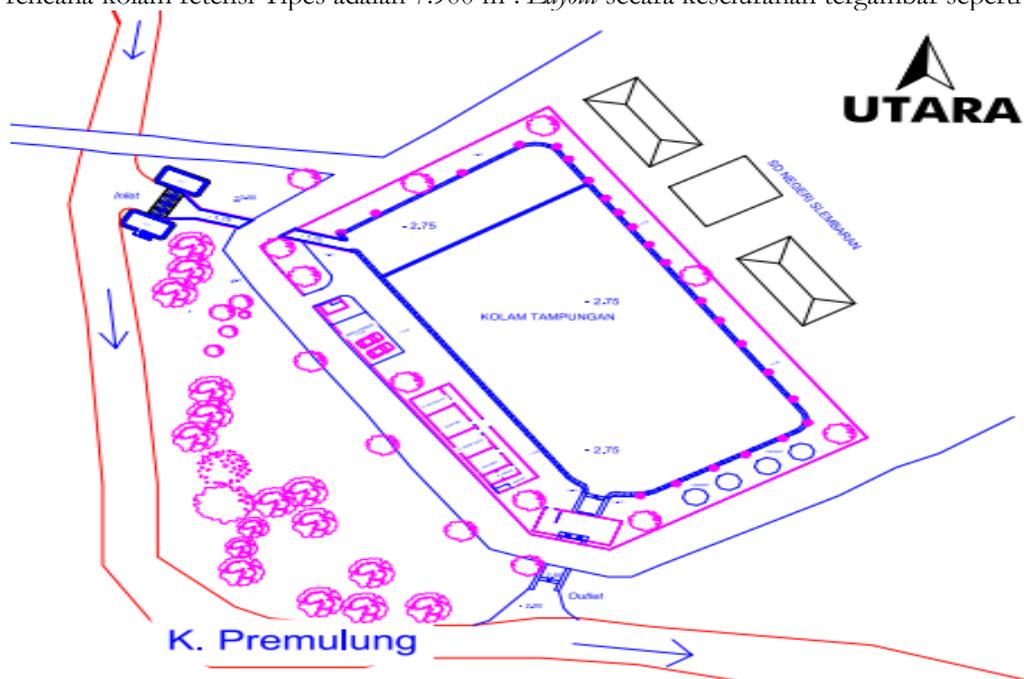
$$C = 0,3797$$

$$Q_{10} = 0,278CIA$$

$$= 0,278 \times 0,3797 \times 16,536 \times 69,25$$

$$= 120,866 \text{ m}^3/\text{detik}$$

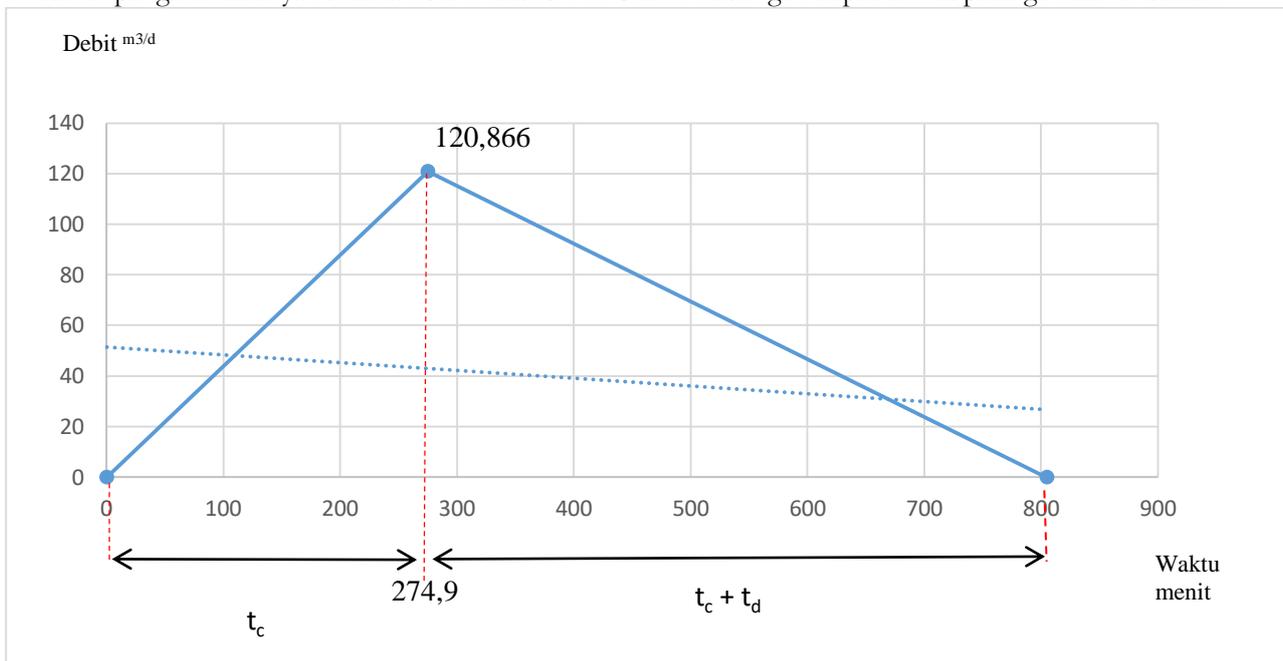
Luas lahan rencana kolam retensi Tipes adalah 7.900 m². *Layout* secara keseluruhan tergambar seperti berikut.



Gambar 4 *Layout* Kolam Retensi Tipes

Penggunaan lahan yang diperuntukkan kolam tampungan seluas 6.000 m² dengan kedalaman rencana 2,5 meter sehingga volume tampungan adalah 15.000 m³. Penggunaan lahan yang digunakan sebagai bangunan pengelola sebagai pelaksana teknis kolam retensi direncanakan 1.900 m².

Waktu pengaliran dan konsentrasi terhadap intensitas serta debit menghasilkan grafik hubungan yang dapat diketahui pengaruh adanya rencana kolam retensi ini. Grafik hubungan dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 5 Grafik Hidrograf Aliran Sungai Premulung

t_d = 254,9 menit
 t_c = 274,9 menit

Kumulatif aliran masuk selama waktu pengaliran terekapitulasi pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 4 Kumulatif Aliran Masuk dengan Perbandingan Q_{in} dan t_c

Kumulatif waktu (menit)	Aliran Masuk (m ³ /detik)	Rata-rata (m ³ /detik)	Volume (m ³)	Kumulatif Volume (m ³)	Volume Kolam (m ³)
0	0	0	0	0	0
40	17,58	8,79	21101,92	21101,92	3165,29
80	35,17	26,38	63305,76	84407,68	9495,86
118,24	51,98	43,58	100000	184407,68	15000
120	52,75	43,96	105509,6	189917,29	15826,44
160	70,34	61,55	147713,4	337630,74	22157,02
200	87,92	79,13	189917,3	527548,03	28487,59
240	105,51	96,72	232121,1	759669,16	34818,17
274,9	120,87	113,19	237229	996898,14	35584,35
280	123,09	114,3	274325	1033994,14	41148,75
320	110,59	116,84	280416,3	1314410,48	42062,45
360	101,46	106,02	254456,6	1568867,07	38168,49
400	92,34	96,9	232558,2	1801425,22	34883,72
440	83,21	87,77	210659,7	2012084,95	31598,96
480	74,09	78,65	188761,3	2200846,26	28314,2
520	64,96	69,53	166862,9	2367709,13	25029,43

dilanjutkan →

lanjutan

Kumulatif waktu (menit)	Aliran Masuk (m ³ /detik)	Rata-rata (m ³ /detik)	Volume (m ³)	Kumulatif Volume (m ³)	Volume Kolam (m ³)
560	55,84	60,4	144964,5	2512673,58	21744,67
600	46,72	51,28	123066	2635739,61	18459,9
640	37,59	42,15	101167,6	2736907,21	15175,14
680	28,47	33,03	79269,17	2816176,38	11890,38
720	19,34	23,9	57370,75	2873547,13	8605,61
760	10,22	14,78	35472,32	2909019,45	5320,85
800	1,09	5,66	13573,89	2922593,34	2036,08
840	-8,03	-3,47	-8324,53	2914268,81	-1248,68
880	-17,16	-12,59	-30223	2884045,85	-4533,44
920	-26,28	-21,72	-52121,4	2831924,47	-7818,21
960	0	-13,14	-31535,3	2800389,17	-4730,29
1000	0	0	0	2800389,17	0

Efektivitas kolam retensi terhadap debit puncak yang terjadi pada menit ke 280 adalah 5,46% serta volume kolam dapat tercapai maksimum setelah pada menit ke 118,24. Kapasitas infiltrasi di daerah Kelurahan Tipes dengan adanya kolam retensi ini akan menyebabkan air meresap sebanyak 2.880 m³/hari.

Saluran *inlet* berupa penampang trapesium terbuka dengan lebar 3 meter tinggi basah 1,75 meter. Kecepatan dan debit yang direncanakan pada kondisi maksimum mencapai 1,77 m/detik serta 12,006m³/detik. Saluran *outlet* berupa Saluran trapesium dengan pintu air *klep* sama seperti saluran *inlet*. Apabila debit sungai kembali normal, air yang berada di dalam kolam tampungan akan dialirkan kembali ke sungai.

SIMPULAN

Studi dan perencanaan lahan kolam retensi di Kawasan Semanggi ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Kelurahan Tipes terletak berbatasan langsung dengan Sungai Premulung yang mana sungai ini apabila terjadi hujan dengan intensitas tinggi akan meluap, akibatnya daerah di bantaran sungai tergenang seperti Kelurahan Tipes. Sehingga perlu adanya pembuatan kolam retensi. Kolam retensi tersebut terletak di Kelurahan Tipes tepatnya di lapangan Pringgolayan.
2. Intensitas hujan harian yang terjadi di DAS Kali Premulung dengan kala ulang 10 tahunan sebesar 16,536 mm/jam lihat pada tabel 4.22. Hasil perhitungan debit banjir rencana pada kala ulang 10 tahunan yang terjadi di lokasi perencanaan dengan nilai koefisien aliran DAS Kali Premulung (C) 0,3797 sebesar 120,866 m³/detik.
3. Luas rencana kolam retensi adalah 6.000 m² dan luas lahan untuk kantor pengelolaan adalah 1.900 m² sehingga total lahan yang dibutuhkan sebesar 7.900 m². Lebar kolam retensi 40 m dengan panjang 150 meter dan memiliki kedalaman 2,5 m.
4. Volume tampungan air adalah 15.000 m³ dengan debit banjir puncak Kali Premulung terjadi pada menit ke 274,9 dan efektivitas kolam retensi terhadap debit puncak banjir sebesar 5,46%. Sedangkan kapasitas maksimum kolam dapat tercapai setelah menit ke 118,24. Keberadaan kolam retensi dapat meresapkan air sebanyak 2.880 m³ per hari.
5. Sistem rencana kolam retensi yaitu menampung air dari Sungai Premulung dengan pintu air yang dapat mengatur debit masuk (*inflow*) melalui saluran terbuka menuju kolam tampungan air. Apabila debit air sungai sudah kembali normal maka air yang berada di dalam kolam tampungan akan dialirkan kembali ke sungai melalui saluran *outlet*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Ibu Ir. Siti Qomariyah MSc., dan Bapak Ir. Suyanto M.M., yang telah membimbing serta memberi arahan, masukan dalam studi ini.

REFERENSI

- Badan Pusat Statistik Kota Surakarta, 2015. *Kota Surakarta dalam Angka Tahun 2015*. Badan Pusat Statistik Kota Surakarta, Surakarta.
- Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo (BBWS) Surakarta, 2014. *Publikasi Peta DAS Bengawan Solo*. Balai PSDA Kota Surakarta, Surakarta
- Dinas Pekerjaan Umum Kota Surakarta. 2007. *Data-data Drainase dan Genangan Banjir Kota Surakarta*. Dinas Pekerjaan Umum Kota Surakarta, Surakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum Kota Surakarta. 2012. *Data Daerah Terdampak Banjir dan genangan Kota Surakarta*. Dinas Pekerjaan Umum Kota Surakarta, Surakarta
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Yogyakarta, Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Zakky Yulianto, Mochamad. 2015. *Analisis Resapan Limpasan Permukaan Dengan Lubang Biopori Dan Kolam Retensi Di Fakultas Teknik UNS*, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.