

KAJIAN DRAINASE PERMUKAAN DI KAMPUS UNIVERSITAS SLAMET RIYADI

Yuliman Ziliwu

Abstrak

Universitas Slamet Riyadi adalah perguruan tinggi swasta yang ada di Surakarta, yang tepatnya di Jalan Sumpah Pemuda no.18 Joglo Kadipiro, permasalahan banjir terjadi pada saluran drainase di kampus UNISRI setiap tahun. Beberapa kemungkinan penyebab banjir adalah kapasitas tampung saluran drain yang tidak mampu mengalirkan debit banjir dengan curah hujan yang sangat tinggi.

Cara analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menganalisis debit banjir rancangan (2 tahun) dengan Metode Hidrograf Rasional dan muka air banjir “Steady Flow” dengan Metode Step Method.

Dari hasil analisis di dapatkan sebagian debit banjir melimpas antara lain di saluran tersier 8, 11, 5, 21, 24, 25, 28, 29, disebabkan kurang memadainya dimensi saluran untuk menampung debit yang berlebih. Hal ini dapat di atasi dengan merencanakan sumur resapan yang berfungsi untuk menampung debit banjir di hulu sumur resapan, direncanakan penempatan sumur resapan di 2 tempat yaitu saluran tersier 2 dan saluran primer 22, sehingga muka air banjir disaluran muara atau hilir turun sebesar 45,586%

Kata kunci : dimensi saluran, debit banjir.

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Universitas Slamet Riyadi adalah universitas swasta di Surakarta yang terletak di Jalan Sumpah Pemuda No.18 Joglo Kadipiro Surakarta. Kurang lebih 4.000 mahasiswa yang kuliah di Universitas tersebut yang terbagi menjadi 5 fakultas yang terdiri dari Fakultas Ekonomi, Fakultas Hukum, Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, Fakultas Pertanian, dan FKIP. Beberapa sarana dan prasarana yang ada di UNISRI adalah sebagai berikut gedung perkuliahan, gedung

perpustakaan, dilengkapi juga dengan laboratorium komputer, sarana masjid di dalam kampus, kantin, halaman parkir yang luas dan banyak fasilitas penunjang lainnya.

Banjir adalah permasalahan yang setiap tahun sering terjadi di Kampus Universitas Slamet Riyadi. Banjir di kampus UNISRI tersebut dapat di mungkinkan oleh beberapa faktor yaitu tingginya curah hujan, tampang saluran yang tidak mencukupi dan terjadi sumbatan disaluran.

Dari permasalahan diatas perlu adanya suatu kajian drainase

lebih lanjut untuk mengoptimalkan sistem yang sudah ada sehingga dapat berfungsi dengan baik. Sesuai dengan perkembangan yang terjadi di kampus Universitas Slamet Riyadi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan kajian banjir di kampus UNISRI dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah karakteristik banjir di kampus UNISRI.
2. Apakah drainase di kampus UNISRI masih layak untuk mengalirkan debit banjir dan rencana di kampus dengan data hujan eksisting.
3. Bagaimana cara mengatasi banjir yang terjadi di kampus UNISRI.

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diberikan batasan-batasan masalah agar tidak menyimpang dari tujuan penelitian antara lain :

1. Penelitian ini hanya dilakukan di Kampus Universitas Slamet Riyadi.
2. Analisa frekuensi data hujan tidak menggunakan analisa trend atau kecenderungan.
3. Dianggap tata guna lahan di UNISRI tidak berubah dimasa mendatang

1.4. Tujuan dan Manfaat

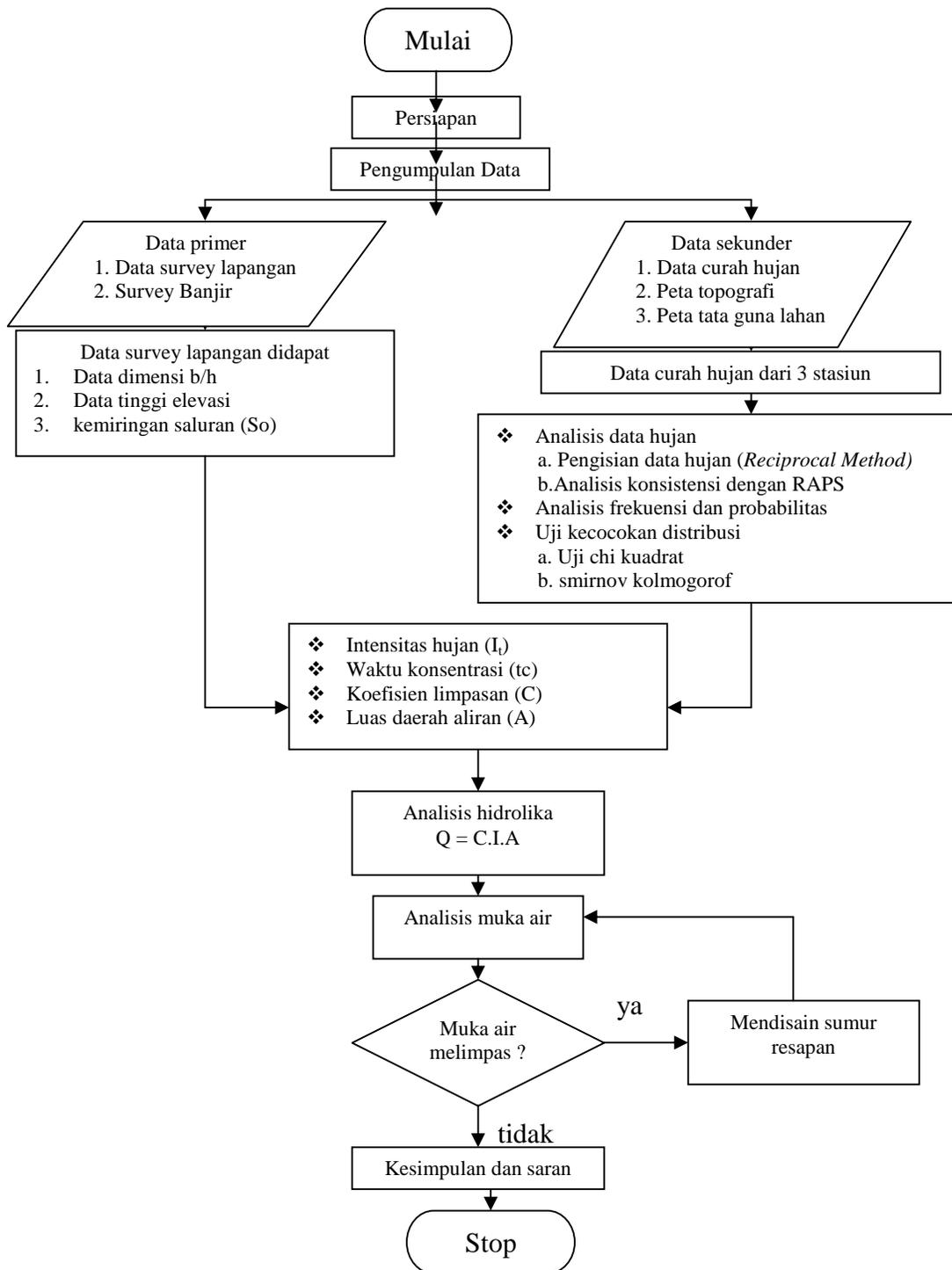
Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui karakteristik banjir di kampus UNISRI.
- b. Mengatasi banjir dengan cara perancangan drainase yang berwawasan lingkungan.

Manfaat Penelitian

- a. Agar dapat digunakan sebagai acuan perencanaan drainase.
- b. Dapat untuk mereduksi banjir yang melimpas di kampus UNISRI dan bentuk konservasi air.

METODELOGI PENELITIAN



Gambar II.1 Bagan Alir Penelitian

III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi dan permasalahan

Penggunaan tanah di Universitas Slamet Riyadi secara umum digunakan untuk gedung perkuliahan dan perkantoran sekitar 70%, masjid 2%, taman 10% dan parkir kendaraan 18%. Kondisi topografi Universitas Slamet Riyadi terletak pada daerah yang datar dilihat dari elevasi saluran drainase Kampus Universitas Slamet Riyadi sehingga air yang berada di permukaan tanah mengalir lambat dan kondisi fisik saluran drainase masih baik.

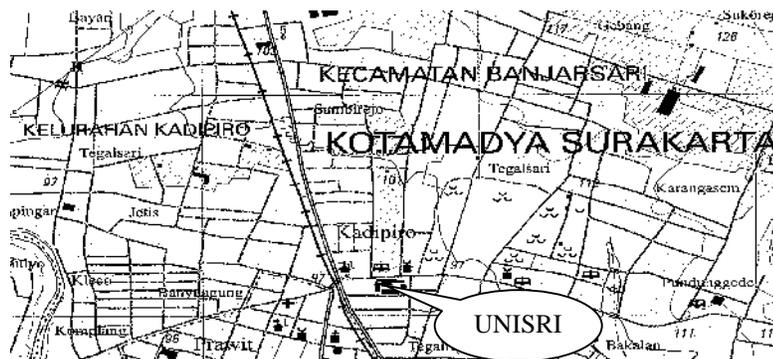
Diambil data hidrologi dari 3 stasiun yang berada di sekitar kampus

UNISRI yaitu Stasiun hujan Proyek Bengawan Solo, Stasiun hujan Bandara Adi Sumarmo dan Stasiun hujan Banjarsari selama 10 tahun dari tahun 1996-2005, besar curah hujan yang terjadi sekitar 1235-2768 mm/tahun.

Jaringan drainase yang terdapat di Universitas Slamet Riyadi bermuara di satu saluran kampung dan masih mempunyai fungsi yang relatif baik. Penataan sistem drainase yaitu menggunakan sistem pola siku, dengan sistem pembuangan tercampur.

Permasalahan banjir yang terjadi di Universitas Slamet Riyadi dipengaruhi oleh banyak hal yaitu :

1. Karena topografi daerah yang datar, dapat terlihat di peta topografi di bawah ini :



Gambar III.1 Peta Kelurahan Kadipiro

2. Banjir yang terjadi di sebelah barat kampus yang airnya mengalir ke kesaluran Kampus UNISRI.



Gambar III.2 banjir disebelah barat kampus Universitas Slamet Riyadi

3. Dari hasil survey lapangan didapatkan bahwa kapasitas saluran yang kurang mencukupi untuk mengalirkan debit banjir di saluran tersebut.
4. Dari hasil survey lapangan dapat dilihat lokasi banjir dilapangan pada gambar III.3.

3.2. Analisis hujan

Data hujan yang dibutuhkan adalah data hujan yang utuh untuk perhitungan hujan rencana, tetapi dalam kenyataannya data hujan banyak yang hilang karena kelalaian petugas atau kesalahan alat yang diakibatkan kerusakan alat pengukur hujan. Data hujan yang digunakan untuk penelitian ini adalah data hujan dari stasiun Bandara adi sumarmo, stasiun Balai sungai dan stasiun banjarsari. Pada data hujan banjarsari banyak yang hilang sehingga harus di cari dengan menggunakan persamaan pengisian data hujan yang hilang (*Reciprocal Method*).

$$P_X = \frac{P_A/(d_{XA})^2 + P_B/(d_{XB})^2 + P_C/(d_{XC})^2}{1/(d_{XA})^2 + 1/(d_{XB})^2 + 1/(d_{XC})^2}$$

Data hujan yang telah tersedia perlu diuji konsistensinya menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*), apabila data tersebut tidak konsisten dapat disebabkan karena pengantian alat, perubahan lingkungan yang mendadak dan pemindahan alat ke tempat lain. Untuk contoh hasil perhitungan pengujian analisis konsistensi data hujan pada stasiun Adi Sumarmo yang dapat dilihat pada table III.1 Analisa Konsistensi hujan stasiun hujan Adi Sumarmo

Tabel III.1 Analisa Konsistensi hujan stasiun hujan Adi Sumarmo

Tahun	Hujan (i)	(Yi -) ²	$Ski^* = \frac{Kom(Yi-)}{Dy}$	$Ski^{**} = \frac{Ski^*}{Dy}$
1996	2159,7	53499,69	-231,3	-0,27
1997	1393,1	995804,41	-997,9	-1,16
1998	2805,9	172142,01	414,9	0,48
1999	2406,2	231,04	15,2	0,02
2000	2154,8	55790,44	-236,2	-0,27
2001	2372,9	327,61	-18,1	-0,02
2002	1625,5	585990,25	-765,5	-0,89
2003	1905,2	236001,64	-485,8	-0,56
2004	2386,6	19,36	-4,4	-0,01
2005	4700,4	5333328,36	2309,4	2,68
= Yi/n	2391			
Dy = (Yi-) ² /n		862,16		

$Q_{max} = \max |Sk^{**}| = 2,68$
 Dari tabel untuk n=10 ;90%
 $Q1/ n = 1.05$
 $Q1 = 1,05 \times 10 = 3.3204$
 $Q_{max} = 2,68 < Q1$; data panggah

(Sumber: Hasil Perhitungan)

$$Q_{Maks} = \max |Sk^{**}|$$

$$= 2,68$$

$$R = \max Sk^{**} - \min Sk^{**}$$

$$= 2,68 - (-0,01)$$

$$= 2,69$$

$$Q/\sqrt{n} = 2,68 / \sqrt{10}$$

$$= 0,84749$$

$$R/\sqrt{n} = 2,69 / \sqrt{10}$$

$$= 0,850653$$

Untuk n = 10, nilai Q dan R dalam tabel nilai statistik didapat hasil sebagai berikut

$$Q = 1,05$$

$$R = 1,21$$

Maka didapat $Q_{hit} < Q_{tabel} = 0,84749 < 1,05$

$$R_{hit} < R_{tabel} = 0,850653 < 1,21$$

sehingga data hujan dari stasiun hujan Adi Sumarmo konsisten.

Dari data hujan yang ada diambil 20 data terbesar yang akan digunakan untuk perhitungan distribusi frekuensi

untuk mencari hujan rencana. Distribusi sebaran yang dipilih adalah metode Log Pearson III.

Tabel III.2 hitungan hujan rancangan metode Log Pearson III

T(tahun)	Hujan Rancangan (mm)	Probabilitas (%)
1,0101	57,4513	99
1,0526	60,89757	95
1,1111	63,2543	90
1,2500	66,7314	80
2	75,736	50
5	89,0225	20
10	98,3105	10
25	110,636	4
50	120,1987	2

(Sumber : hasil perhitungan)

Dari table III.2 digunakan hujan rancangan periode 2 tahun sebesar 75,736 mm untuk merencanakan debit puncak. Hasil perhitungan Log Pearson

III perlu dilakukan uji kecocokan distribusi (*the goodness of fit test*) meliputi :

1. Uji Chi Kuadrat

Tabel III.3 Perhitungan Chi Kuadrat

No	Probabilitas	Jumlah Data		$\frac{(Of - Ef)^2}{Ef}$
		(Of)	(Ef)	
1	0 - 20	4	4	0
2	20 - 40	4	4	0
3	40 - 60	4	4	0
4	60 - 80	4	4	0
5	80 - 100	4	4	0
				0

(sumber : Hasil Perhitungan)

$$X^2_{hitungan} = 0$$

$$X^2_{kritis} = 5,991$$

$$\text{Maka didapat } X^2_{hitungan} < X^2_{kritis}$$

$$0 < 5,991$$

Sehingga distribusi Log Pearson III dapat diterima

2. Uji Smirnov - Kolmogorov
Selisih antara *cumulative density function* (CDF) data hujan

dengan CDF dari distribusi Log Pearson III yang dapat di lihat pada kertas peluang distribusi

Log Pearson III (t_{maks} yang terbaca pada kertas peluang distribusi Log Pearson III dibandingkan dengan t_{kritis}). Dari gambar pada kertas peluang distribusi Log Pearson III didapat

$t_{maks} = 0,14$ untuk derajat kepercayaan (α) = 5% dan $n = 20$ diperoleh $t_{kritis} = 0,41$, sehingga di dapatkan hasil $t_{maks} = 0,14 < t_{kritis} = 0,41$, distribusi Log Pearson III dapat diterima

3.3. Banjir rencana

Besarnya intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe (Suripin, 2000) :

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (III.17)$$

di mana : I = intensitas hujan (mm/jam)
 t = lama hujan (jam)
 H_{24} = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam)(mm).

Waktu konsentrasi (t_c) dapat diketahui dengan menggunakan rumus Kirpich (Chow.V.T,1992) :

$$t_c = 0,0195.L^{0,77}.S^{-0,385} \dots \dots \dots (III.18)$$

dimana :
 t_c = waktu konsentrasi (menit)
 L = Panjang saluran (m)
 S = Kemiringan Saluran

Besarnya koefisien limpasan (C) gabungan untuk tata guna lahan yang berbeda-beda dapat dihitung dengan rumus di bawah ini :

$$C_{DAS} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots \dots \dots (III.19)$$

dengan :
 C_{DAS} = koefisien limpasan gabungan
 C_i = koefisien limpasan jenis penutup tanah i
 A_i = luas lahan dengan jenis penutup tanah i (m^2)
 n = jumlah jenis penutup lahan

Debit banjir dipengaruhi oleh besarnya koefisien limpasan, intensitas hujan dan luas daerah tangkapan hujan, serta waktu konsentrasi. Besarnya debit puncak banjir dapat dihitung dengan metode Rasional, metode ini dikembangkan berdasarkan asumsi hujan

yang terjadi mempunyai intensitas yang seragam dan merata selama paling sedikit sama dengan waktu konsentrasi. Apabila waktu hujan ($time\ of\ rain = t_R$) sama dengan waktu konsentrasi ($time\ of\ concentration = t_c$), maka debit puncak banjir sebesar :

$$Q_p = C \cdot I \cdot A_{\text{total}} \dots \dots \dots (III.20)$$

Dimana :

Q_p = debit *runoff* (m^3/dt)

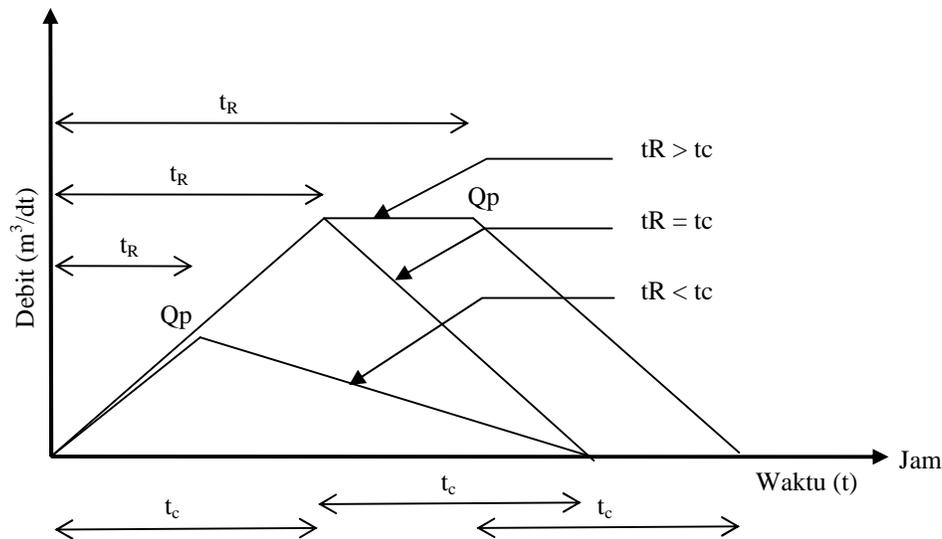
I = intensitas hujan (mm/dt)

A = luas tangkapan air (m)

C = koefisien runoff

Dimana A merupakan luas daerah aliran saluran total. Tetapi, jika waktu hujan lebih kecil dari waktu konsentrasi debit puncak dihitung dengan luas

daerah aliran terkoreksi. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar III.7 di bawah ini :



Gambar III.7. Bentuk hidrograf dengan waktu hujan yang berbeda-beda.

3.4. Analisis Hidrolika

3.4.1. Profil muka air

Dari hasil perhitungan analisis superposisi didapat hasil debit puncak di muara saluran yang dijadikan acuan untuk menghitung kedalaman air sepanjang saluran tersebut. Analisis kajian muka air dilakukan dengan metode Tahapan Langsung (*direct step*

method) yang selanjutnya digunakan untuk menghitung elevasi dasar saluran, muka air dan tanggul saluran, sehingga dapat diketahui air melimpas atau tidak. Berikut contoh hasil analisis perhitungan di muara saluran yaitu di titik Qah :

Tabel III.8 Perhitungan muka air dengan Metode Tahapan Langsung

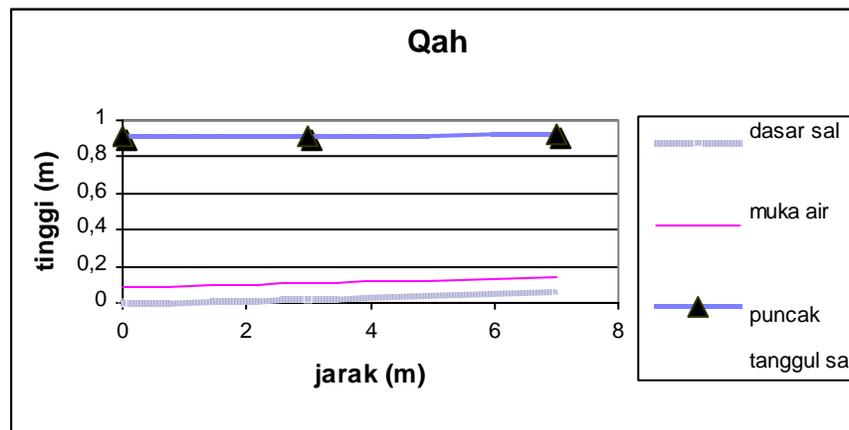
nama	Q	So	B	n	h2	V2	Sf2	Es2	Es1	Es2'	h1trial	X	V1	Sf1
	(m ³ /dt)		(m)		(m)	(m/dt)					(m)	(m)	(m/dt)	
Qah	0,0837	0,0085	1,5	0,025	0,0842	0,6629	0,0086	0,1067	0,1067	0,1067	0,0842	3	0,6629	0,00857
					0,0842	0,6629	0,0086	0,1067	0,1067	0,1067	0,0842	4	0,6629	0,00857

(sumber : hasil perhitungan)

Tabel III.9 Perhitungan dasar saluran, muka air dan puncak tanggul saluran

h1 trial (m)	X (m)	S0	Jarak (m)	Dasar Saluran(m)	Muka air (m)	Puncak tanggul(m)
0,0843	0	0,00857	0	0	0,08426	0,91
0,0843	3	0,00857	3	0,025713	0,10997	0,9142844
0,0843	4	0,00857	7	0,059997	0,14426	0,919997

(sumber : hasil perhitungan)



Gambar III. 4. Profil muka air banjir pada titik Qa

Hasil perhitungan muka air dengan Metode Tahapan Langsung di setiap masing-masing saluran dapat dilihat dalam rangkuman tabel III. 10 berikut:

Tabel III.10 Hasil perhitungan tinggi tanggul dan muka air di setiap titik

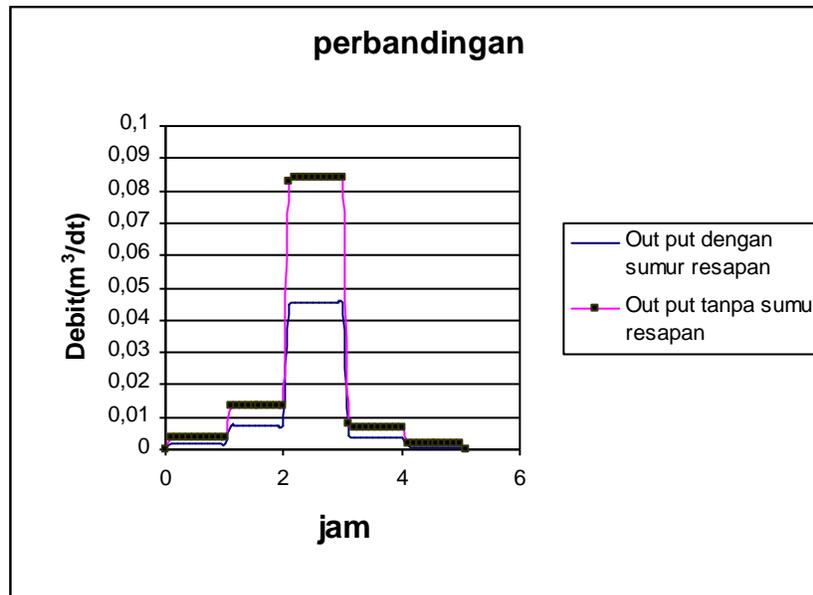
Nama titik (m³/dt)	Tinggi tanggul (m)	Muka air (m)	Melimpas
Qa	0,828	0,22577	Tidak
Qb	0,2729	0,144044	Tidak
Qc	0,5109	0,238335	Tidak
Qd	0,37599	0,187144	Tidak
Qe	0,498996	0,313212	Tidak
Qf	0,782	0,674658	Tidak
Qg	1,17520	0,505742	Tidak
Qh	0,889	0,961402	Melimpas
Qi	1,07829	0,3593024	Tidak
Qj	0,548022	0,091016	Tidak
Qk	0,548022	0,3112	Tidak
Ql	0,415994	0,187294	Tidak
Qm	0,44098	0,27226	Tidak
Qn	0,681	0,90342	Melimpas
Qo	0,791342	0,2107748	Tidak
Qp	0,739	0,580984	Tidak
Qq	0,748048	0,1580984	Tidak
Qr	0,90596	0,158917	Tidak
Qs	0,398	0,26891	Tidak
Qt	0,9048	0,102259	Tidak
Qu	1,012037	0,209835	Tidak
Qv	1,052995	0,282877	Tidak
Qw	1,02763	1,6938	Melimpas
Qx	1,176133	0,25339	Tidak
Qy	0,5380146	0,09268	Tidak
Qz	0,301016	0,13772	Tidak
Qaa	0,89957	1,212846	Melimpas
Qab	0,9608	0,1995	Tidak
Qac	1,015077	0,174	Tidak
Qad	0,3159	0,17693	Tidak
Qae	1,216	1,93192	Melimpas
Qaf	1,1795	0,135278	Tidak
Qag	1,22355	0,0793	Tidak
Qah	0,919997	0,1442556	Tidak
Qst25	0,791	0,993316	Melimpas
Qst29	1,079	1,5376	Melimpas
Qt8	0,808	1,0198185	Melimpas

(Sumber:hasil perhitungan)

Dari hasil perhitungan muka air diatas menunjukkan bahwa ada beberapa saluran yang terjadi limpasan atau muka air yang melebihi tanggul saluran dan Gambar saluran yang terjadi limpasan dapat dilihat pada gambar III.6. Penempatan sumur resapan dan lokasi banjir.

3.4.2. Cara penanggulangan banjir

Cara mengatasi adanya limpasan tersebut dengan direncanakannya sumur resapan yang berwawasan lingkungan, direncanakan 2 sumur resapan yaitu titik Qt dan titik Qy. Dibawah ini akan disajikan perbandingan hidrograf limpasan dengan sumur resapan dan tanpa sumur resapan.



Gambar III.5 Perbandingan hidrograf limpasan dengan dan tanpa sumur resapan

Debit puncak tanpa sumur di muara saluran atau di titik Qah = $0,083791\text{m}^3/\text{dt}$, sedangkan debit puncak dimuara dengan sumur resapan di titik Qahs = $0,045593\text{ m}^3/\text{dt}$, Besarnya perubahan debit puncak banjir sebesar = $0,08379\text{ m}^3/\text{dt} - 0,045593\text{ m}^3/\text{dt} = 0,038197\text{ m}^3/\text{dt}$ atau

$$\text{sebesar} = \frac{0,038197}{0,08379} \times 100 \% =$$

45,58658 %, besarnya hampir setengah dari debit puncak. Penempatan sumur resapan di titik Qt dan Qy hanyalah perencanaan sumur resapan yang dapat dibandingkan dengan drainase tanpa sumur resapan. Penempatan sumur resapan dapat dilihat pada gambar III.6 Penempatan sumur resapan dan lokasi banjir.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil analisis pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kondisi fisik saluran drainase masih cukup layak digunakan dan sistem drainase kampus Universitas Slamet Riyadi menggunakan sistem drainase pola siku dengan pembuangan tercampur.
2. Karakteristik banjir dilapangan terjadi pada saat hujan maksimum di daerah tersebut yang akan menyebabkan terjadinya banjir dan karakteristik banjir dalam perhitungan dapat dilihat dari hasil hidrograf rasional bahwa sebagian saluran drain yang ada di UNISRI terjadi banjir.
3. Dari perhitungan analisis hidrolika dengan debit banjir kala ulang 2 tahun ternyata terjadi banjir dan air melebihi tanggul atau melimpas yang dikarenakan kurang memadainya dimensi saluran drainase sehingga tidak dapat menampung debit air puncak, daerah yang terjadi banjir dalam perhitungan adalah saluran tersier 8, 11, 5, 21, 24, 25, 28, 29.

4. Direncanakannya 2 sumur resapan yang ditempatkan di saluran sekunder 2 dan saluran primer 22, dari hasil sumur resapan ini dapat mereduksi banjir sebesar 45,586%, sehingga mengurangi limpasan air yang terjadi.
5. Efek sumur resapan terhadap muka air banjir adalah setelah direncanakan muka air yang terjadi semakin menurun karena sebagian air diserap oleh tanah di sumur resapan.
6. Drainase sumur resapan perlu dilakukan untuk memberi kesempatan dan jalan pada air hujan yang jatuh di atap atau lahan yang kedap air untuk meresap kedalam tanah dengan jalan menampung air tersebut pada suatu sistem resapan.

4.2. Saran

Adanya perawatan yang rutin terhadap sarana drainase yang sudah ada.

Dibuatnya sumur resapan atau memperbesar dimensi saluran sehingga tidak terjadi banjir yang nantinya tidak akan mengganggu aktivitas mahasiswa dan pengguna jalan lainnya

. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1989, *Metode Perhitungan Debit banjir, SK SNI M 18 – 1989 – F*, Yayasan LPBM, Bandung.
- Anonim, 1997, *Drainase Perkotaan*, Guna Darma, Jakarta.
- Chow, V.T. (Terjemahan), 1992, *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*, Erlangga. Bandung.
- Harto BR, S, 1991, *Hidrologi Terapan Edisi Tiga*, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- _____, 1993, *Analisis Hidrologi*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- _____, 2000, *Mengenal Dasar Hidrologi Terapan*, Keluarga Besar Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Hasmar, H.H.A, 2002, *Drainase Perkotaan*, UII Press, Yogyakarta.
- McCuen, R.H, 1998, *Hydrologic Analysis and Design*, Department of Civil Engineering University of Maryland.

Prodjopangarso, H, 1987, *Drainasi*, Laboratorium P4 S FT. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Sosrodarsono, S, 1978, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.

Subarkah. I, 1978, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma, Bandung.

Sunjoto, 1988, *Aliran Bawah Permukaan*, PAU Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Suripin, 2003, *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.

BIODATA PENULIS:

Yuliman Ziliwu. Alumni (S1) Teknik Sipil UTP Surakarta (1994). Pasca Sarjana (S2) Program Magister Teknik Sipil UNDIP Semarang (2002) Lahir di Ambukha Nias 4 Juni 1966. Dosen di Program Studi Teknik Sipil UTP dari tahun 1996 sampai sekarang. Pernah menjabat Pembantu Dekan II dari tahun 2002 sampai 2006 dan Wakil Dekan dari tahun 2006 sampai 2010.