

EVALUASI SISTEM DRAINASE DI WILAYAH KAMPUS UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM, RIAU

Wendi Nofriandi¹⁾, Bambang Sujatmoko²⁾, Andy Hendri²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : wendi.nofriandi@student.unri.ac.id

ABSTRACT

A University should have an integrated drainage system so that when it rained, there is no a flood that disrupts the activity of students and teachers on campus. Floods with a height of 5 to 10 cm that ever happened on the campus of UIN SUSKA Riau is the problem of existing drainage systems on the campus of UIN. The drainage that was built in 2016 are expected to resolve the problem of flooding. This study aims to evaluate the drainage system of the UIN SUSKA's campus use return period of 2, 5 and 10 years. The data that are used in this research are rainfall's data, drainage network map, topographic maps and maps of land use. HEC-RAS 4.0 program was used to building model the flow of discharge into the drainage channels of UIN's campus. The results showed that the existing drainage is not able to withstand the flood discharge on return period 2, 5 and 10 years with a high range of pools is 8 to 11 cm. Then, the evaluation that is done on a planned drainage to be indicating that the planned drainage capable of accommodating the flood discharge with return period 2, 5 and 10 years. This indicates that the integrated drainage system on a campus, capable of resolving the problem of flooding in the area

Keyword : floods, drainage, HEC-RAS 4.0

PENDAHULUAN

Sebuah universitas harus memiliki fasilitas, sarana dan prasarana yang layak bagi mahasiswanya agar universitas tersebut berkembang dan maju untuk beberapa tahun kedepannya. Salah satu fasilitas yang harus dimiliki oleh kampus adalah sistem drainase yang terpadu. Karena apabila suatu kampus tidak memiliki sistem drainase yang terpadu, maka

kampus tersebut akan mengalami banjir jika musim hujan tiba. Menurut Mardiansyah (2012), banjir yang cukup luas dan tinggi genangannya pada suatu wilayah kampus akan menyebabkan terhentinya pembelajaran akademik di kampus tersebut. Suatu sistem drainase kampus diharapkan mampu mengalirkan air dari daerah kampus

ke daerah pembuang utama agar masalah banjir dapat teratasi. Masalah ini juga terjadi pada kampus Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim (UIN SUSKA) di jalan HR Soebrantas, Panam. Apabila memasuki musim hujan maka akan terjadi genangan banjir di beberapa titik di wilayah kampus UIN SUSKA Riau seperti terlihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Banjir di Kampus UIN SUSKA Riau

Pada tahun 2016, dilakukan pembangunan drainase di kampus UIN SUSKA Riau. Pembangunan drainase di kampus UIN SUSKA Riau ini diharapkan mampu mengatasi masalah banjir untuk kedepannya. Berdasarkan uraian tersebut, dilakukan analisis sistem drainase eksisting dan drainase rencana untuk mengetahui kapasitas drainase terhadap debit kala ulang 2, 5 dan 10 tahun. Program HEC-RAS 4.0 digunakan untuk memodelkan debit yang masuk pada drainase. Hasil yang ditampilkan dari HEC-RAS 4.0 yaitu elevasi tampang muka air drainase.

TINJAUAN PUSTAKA Drainase

Menurut Suripin (2004), sistem drainase dapat diartikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Dalam perencanaan sistem drainase haruslah memenuhi semua aspek persyaratan hidrologi, hidrolik dan statistika drainase sebagai prediksi rerata umur sistem drainase. Sehingga sistem drainase dapat bekerja secara maksimal sebagai penanggulangan genangan ataupun banjir.

Kajian Hidrologi

Penentuan data curah hujan penting dilakukan agar didapat data hujan rerata dari sekian banyak data curah hujan yang dimiliki. Curah hujan yang terjadi pada suatu daerah sangat berbeda-beda, maka dari itu diperlukan metode khusus untuk mendapatkan hujan rerata pada suatu titik daerah yang diinginkan.

Ada tiga metode yang dapat digunakan untuk menentukan hujan rerata suatu kawasan, yaitu Metode Rerata, Metode Thiessen dan Metode Isohiet.

Curah hujan rancangan membutuhkan analisis frekuensi yang sering digunakan dalam ilmu hidrologi. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, yaitu distribusi normal, distribusi Log-Normal, distribusi Gumbel, dan distribusi Log-Person III.

Analisa Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air per-satuan waktu. Sifat umum intensitas hujan adalah makin singkat hujan berlangsung maka intensitasnya makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi intensitasnya. Hubungan antara intensitas hujan, frekuensi hujan dan lama hujan biasanya dinyatakan dalam kurva intensitas durasi frekuensi (*IDF*).

Menurut Lyona (2014) analisa *IDF* memerlukan analisa frekuensi dengan menggunakan seri data yang diperoleh dari rekaman data hujan. Jika tidak tersedia waktu untuk mengamati besarnya intensitas hujan atau disebabkan atau disebabkan oleh karena alatnya tidak ada, dapat ditempuh cara-cara dengan menggunakan rumus-rumus empiris seperti Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

dengan :

I = intensitas hujan (mm/jam),

t = lamanya hujan (jam),

R_{24} = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam)(mm).

Debit Limpasan

Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan baik debit rencana (periode ulang) dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran dan lain-lain. Standar desain saluran drainase dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Standar Desain Drainase

Luas DAS (ha)	Periode Ulang (tahun)	Metode
< 10	2	Rasional
10 – 100	2 – 5	Rasional
101 – 500	5 – 20	Rasional
>500	10 - 25	Hidrograf Satuan

(Sumber : Suripin, 2004)

Adapun perhitungan debit yang dapat dihitung dengan metode rasional yaitu :

$$Q = 0,002778 \times C \times I \times A$$

dengan :

Q = debit puncak (m³/detik)

C = koefisien aliran permukaan ($0 \leq C \leq 1$)

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas DAS (ha)

Permodelan HEC-RAS

HEC-RAS adalah sistem software terintegrasi, yang didesain untuk digunakan secara interaktif pada kondisi tugas yang beraneka macam. Sistem ini terdiri dari *interface* grafik pengguna, komponen analisa hidrologi terpisah, kemampuan manajemen dan tampungan data, fasilitas pelaporan dan grafik. Menurut Istiarto (2011), Hitungan hidraulika aliran pada dasarnya adalah mencari kedalaman dan kecepatan aliran di sepanjang alur yang ditimbulkan oleh debit yang masuk ke dalam alur dan kedalaman aliran di batas hilir. Hitungan hidraulika aliran di dalam *HEC-RAS* dilakukan dengan membagi aliran ke dalam dua kategori, yaitu aliran permanen dan aliran tak permanen. *HEC-RAS* menggunakan metode

hitungan yang berbeda untuk masing-masing kategori aliran tersebut. Untuk aliran permanen, HEC-RAS memakai persamaan energi kecuali di tempat-tempat yang kedalaman alirannya melewati kedalaman kritis. Terdapat lima langkah penting dalam membuat model hidrologi dengan menggunakan *HEC-RAS*:

1. Memulai proyek baru
2. Memasukkan data geometri
3. Memasukkan data aliran dan kondisi batas
4. Melakukan perhitungan hidrologi
5. Menampilkan dan mencetak hasil

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi

Lokasi penelitian terletak di wilayah kampus UIN SUSKA Riau, Jalan Soebrantas, Kecamatan Tampan, Kota Pekanbaru Provinsi Riau yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Wilayah studi penelitian
Kampus UIN SUSKA, Riau
(Sumber : Google Earth, 2016)

Daerah kampus UIN SUSKA Riau secara geografis terletak pada koordinat $00^{\circ}29'16''\text{N}$ dan $101^{\circ}20'55''\text{E}$. Luasan kampus UIN

SUSKA Riau ini yaitu sebesar 117,27 ha

Prosedur Penelitian

1. Studi Literatur

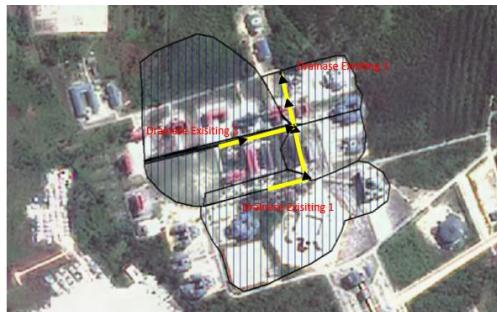
Studi literatur adalah studi kepustakaan guna mendapatkan teori-teori yang berkaitan dengan analisis hidrologi, debit limpahan permukaan lahan dan analisis kapasitas saluran menggunakan program *HEC-RAS*

2. Survei dan Pengumpulan Data

Pengumpulan data-data yang mendukung untuk penelitian ini, yaitu survei lapangan seperti mengukur langsung dimensi saluran dan melakukan *tracking* menggunakan *GPS*, kemudian survei instasional seperti data curah hujan dan data geometri saluran.

3. Pemodelan Geometri Data Penelitian

Data penelitian yang telah dikumpulkan akan dibuat pemodelannya agar memudahkan proses pengolahan data seperti pemodelan geometri jaringan drainase eksisting, drainase rencana, dan tata guna lahan. Permodelan jaringan drainase eksisting dan drainase rencana dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Jaringan Drainase Eksisting



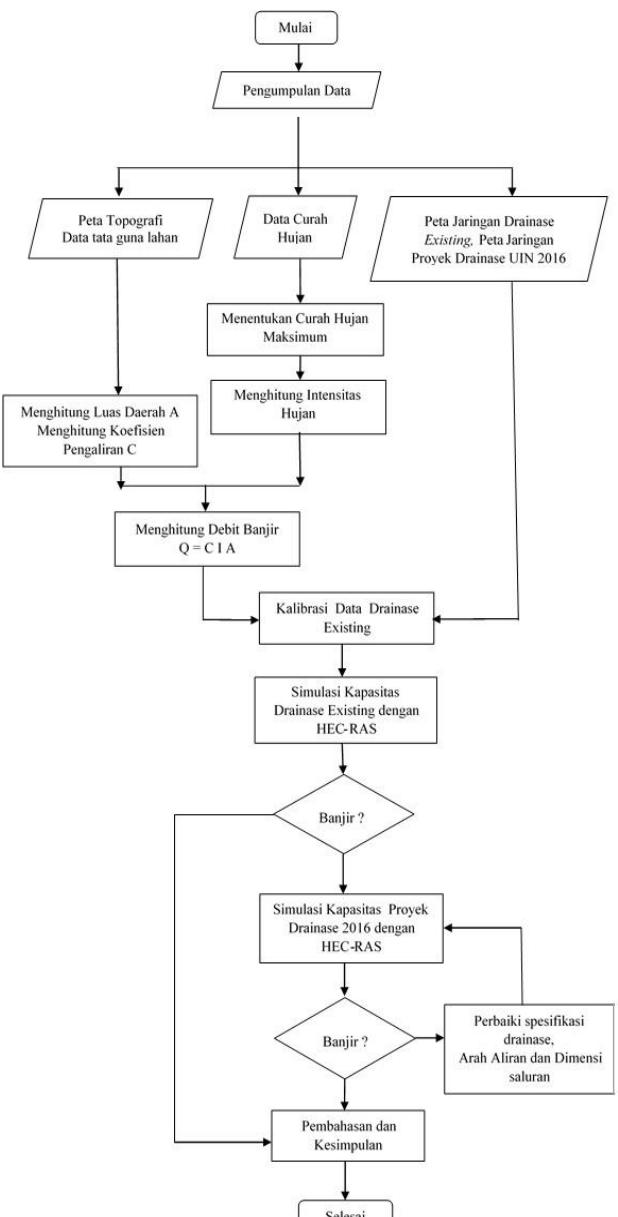
Gambar 4. Jaringan Drainase Rencana

4. Analisis Drainase Rencana

Widya, K (2008) menjelaskan bahwa langkah awal yang perlu dilakukan untuk menganalisis banjir adalah dengan menentukan besar debit banjir yang masuk ke saluran/sungai. Analisis drainase yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menghitung luasan aliran air (*Catchment Area*) yang masuk ke drainase rencana, menghitung koefisien limpahan lahan, dan menghitung debit rencana. Geometri saluran dan debit rencana yang didapat dari perhitungan kemudian

dimodelkan dalam program *HEC-RAS 4.0*.

Untuk lebih jelas, tahapan penelitian dapat dilihat dalam bagan alir penelitian pada Gambar 5 berikut ini



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

1. Curah Hujan Maksimum Harian
Analisis curah hujan maksimum dilakukan untuk memperoleh intensitas hujan, semakin banyak seri data yang digunakan maka semakin kecil kesalahan dalam analisis. Data curah hujan harian maksimum tahun 2000 sampai dengan 2015 dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Pekanbaru

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum
2000	72
2001	92
2002	108,5
2003	119
2004	95
2005	127
2006	99,5
2007	107,5
2008	97
2009	130
2010	60,7
2011	58,1
2012	108,6
2013	57
2014	82
2015	79

2. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana dilakukan pada kala ulang 2, 5, dan 10 tahun yang dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perhitungan Curah Hujan Rencana

Periode Ulang (Tahun)	Probabilitas	Log X	Curah Hujan Rencana (mm)
2	50	1,966	92,470
5	20	2,056	113,714
10	10	2,097	125,105

3. Perhitungan Intensitas Hujan

Contoh perhitungan untuk durasi 30 menit = 0,5 jam dengan hujan rencana harian 113,713 mm yaitu

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

$$I = \frac{113,713}{24} \left(\frac{24}{0,5} \right)^{\frac{2}{3}}$$

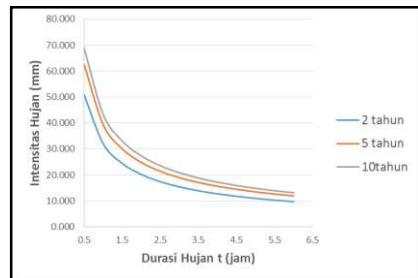
$$I = 62,579 \text{ mm/jam}$$

Hitungan yang sama dilanjutkan untuk durasi dan kedalaman hujan yang lain. Hasil hitungan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Perhitungan Intensitas Hujan

Durasi	Intensitas (mm/jam)		
	2 tahun	5 tahun	10 tahun
Menit	Jam	92,4701	113,7136
30	0,5	50,888	62,579
60	1	32,058	39,422
120	2	20,195	24,834
180	3	15,412	18,952
240	4	12,722	15,645
360	6	9,709	11,939
			13,135

Hasil perhitungan yang ada pada Tabel 4 diplot dalam bentuk grafik IDF (Intensitas Durasi Frekuensi), pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Grafik IDF Intensitas Hujan

Kalibrasi Data

Menurut Zarkani (2016), Drainase eksisting yang ada dikalibrasi untuk mendapatkan nilai-nilai seperti angka kekasaran, durasi hujan untuk menentukan intensitas hujan, luas tutupan lahan dan debit yang terjadi sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.. Nilai-nilai parameter yang akan dikalibrasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Parameter Kalibrasi

Parameter Kalibrasi	Nilai yang digunakan
1. Durasi Hujan	1 jam - 6 jam
2. Koefisien manning (US Army Corps of Engineer,2008)	
a. Beton	0,015 - 0,02
b. Daerah Pepohonan	0,08 - 0,12
3. Koefisien Limpasan (Chay,1995)	
a. Kawasan Pepohonan	0,2 - 0,35
b. Jalan Tanah	0,7 - 0,9
c. Tanah Kosong	0,3 - 0,6
d. Perkerasan Beton	0,80 - 0,95
e. Bangunan	0,4 - 0,6
f. Perkerasan Aspal	0,7 - 0,95

Parameter yang didapat harus memiliki nilai persentase kesalahan dibawah 5% agar dapat digunakan dalam analisis drainase rencana.

Analisis Drainase Eksisting

Analisis drainase eksisting menunjukkan bahwa drainase eksisting mengalami banjir pada kala ulang 2, 5 dan 10 tahun.

Contoh perhitungan drainase eksisting pada kala ulang 2 tahun sebagai berikut

$$C_{komposit} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \times A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$C_{komposit} = 0,57$$

Maka perhitungan debit yaitu,
 $Q = 0,002778 \times C \times I \times A$

$$Q = 0,002778 \times 0,57 \times 15,41 \times 7,63$$

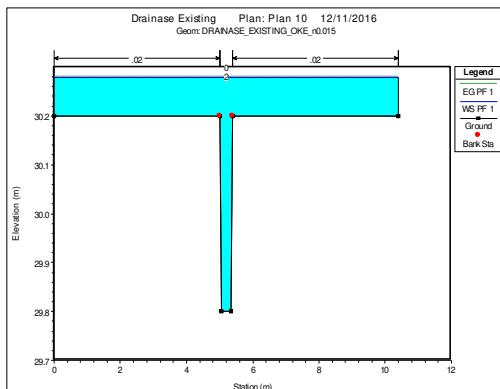
$$Q = 0,186 \text{ m}^3/\text{s}$$

Selanjutnya, Debit saluran drainase eksisting lain dapat dilihat pada Tabel 6

Tabel 6 Debit Drainase Eksisting

Nama Saluran	Data Saluran		
	2 tahun	5 tahun	10 tahun
DRAINASE exs 1	0,186	0,229	0,252
DRAINASE exs 2	0,156	0,192	0,211
DRAINASE exs 3	0,057	0,07	0,076

Data yang didapat kemudian diinput pada program HEC-RAS 4.0. Contoh Analisa drainase eksisting 1 pada program HEC-RAS 4.0 dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Profil Penampang Drainase Eksisting 1

Dari Gambar 7, dapat dilihat bahwa terjadi banjir pada penampang Eksisting 1 dengan tinggi 9 cm.

Analisis Drainase Rencana

Analisis drainase rencana menunjukkan bahwa drainase rencana mampu menampung debit banjir pada kala ulang 2, 5 dan 10 tahun. Hal ini dapat dilihat pada kondisi ekstrim yaitu pada drainase B3 dengan kala ulang 10 tahun.

Contoh perhitungan drainase rencana pada drainase B3 pada kala ulang 2, 5 dan 10 tahun sebagai berikut

Luas tutupan lahan pada drainase B3 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Luas Tutupan Lahan drainase B3

Luas Tutupan (Ha)	
Kawasan Pepohonan	16,05
Jalan Tanah	0
Tanah Kosong	0,368
Perkerasan Beton	2,871
Bangunan	1,532
Perkerasan Aspal	0,512
Luas Total (Ha)	21,33

Nilai koefisien limpasan komposit yang didapat untuk Saluran Drainase B3 yaitu :

$$C_{komposit} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \times A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$C_{komposit} = \frac{8,784}{21,33}$$

$$C_{komposit} = 0,41$$

Debit rencana yang didapat berdasarkan data-data diatas pada saluran Drainase B3 dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8 Debit Rencana Drainase B3

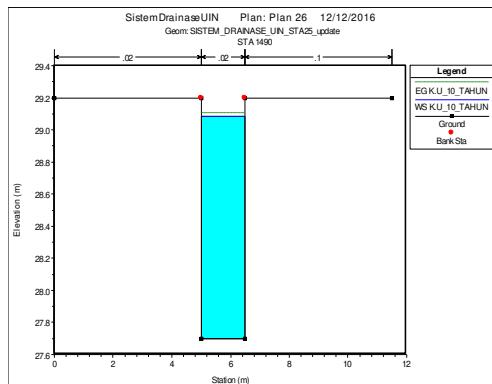
Kala Ulang (tahun)	I (mm/jam)	C	A (ha)	Q (m³/s)
2	15,412	0,41	21,33	0,376
5	18,952	0,41	21,33	0,462
10	20,851	0,41	21,33	0,509

Data debit yang didapat pada perhitungan kemudian dicari debit total yang masuk ke saluran berdasarkan arah alirannya. Debit total yang masuk pada drainase B3 dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

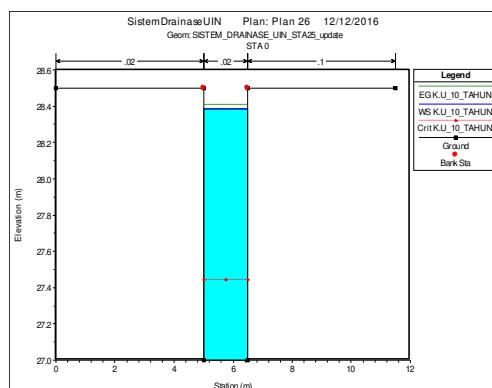
Tabel 9 Debit Total Pada Drainase B3

Kala Ulang (tahun)	Debit yang masuk	Q (m³/s)
2	B3 + B9 + B1	1,029
5	B3 + B9 + B1	1,265
10	B3 + B9 + B1	1,392

Debit total yang didapat pada perhitungan sebelumnya kemudian diinput pada program HEC-RAS 4.0. Hasil analisa drainase B9 dengan kala ulang 10 tahun pada program HEC-RAS 4.0 dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9.



Gambar 8. Profil Penampang Drainase B3 sta 1490



Gambar 9. Profil Penampang Drainase B3 sta 0

Gambar 8 dan 9 menjelaskan bahwa ketinggian elevasi muka air dengan kala ulang 10 tahun pada sta 1490 adalah 29,08 m dari elevasi dasar saluran yaitu 27,70 m. Sedangkan ketinggian elevasi muka air dengan kala ulang 10 tahun pada sta 0 adalah 28,39 m dari elevasi dasar saluran yaitu 27 m. Kedalaman air dengan kala ulang 10 tahun pada sta 1490 sampai dengan sta 0 adalah 138 sampai dengan 139 cm. Hal ini menunjukkan bahwa drainase B3 mampu menampung debit banjir pada kala ulang 2, 5 dan 10 tahun.

KESIMPULAN

Hasil evaluasi sistem drainase kampus UIN SUSKA Riau menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil evaluasi drainase eksisting kampus UIN SUSKA Riau, bahwa kapasitas drainase eksisting tidak mampu menampung debit banjir dengan kala ulang 2, 5 dan 10 tahun. Hal ini terlihat dari banjir yang terjadi dengan rentang tinggi genangan yaitu 8-11 cm.
2. Berdasarkan hasil analisis drainase rencana kampus UIN SUSKA Riau tahun 2016, bahwa kapasitas drainase rencana mampu menanggulangi debit banjir rencana dengan kala ulang 2, 5 dan 10 tahun. Hal ini dapat dilihat dari simulasi program yang menjelaskan air tidak meluap dari drainase rencana.
3. Jaringan drainase yang terpadu seperti jaringan drainase kampus UIN SUSKA Riau mampu mengatasi banjir karena mengalirkan air ke pembuangan akhir sehingga tidak ada genangan banjir di sekitar gedung kampus UIN SUSKA

SARAN

Beberapa saran yang dapat dikemukakan dalam kajian drainase kampus UIN ini antara lain, yaitu :

1. Dalam proses pembuatan geometri dan memasukkan data *cross section* pada program HEC-RAS harus teliti dan cermat karena sering mengakibatkan *error* dan hasil *running* yang tidak masuk akal jika tidak teliti dalam memasukkan data.

2. Dalam menghitung debit rencana, hendaknya mengetahui pola daerah tangkapan air yang masuk ke drainase secara tepat dengan melakukan pemodelan pada program-program tertentu agar luasan dan nilai koefisien limpasan lahan sesuai dengan kondisi dilapangan

DAFTAR PUSTAKA

Chay, Asdak. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University press

Googleearth. 2016 diperoleh dari:
www.googleearth.com
[diakses pada tanggal **24 Maret 2016**]

Istiarto. 2011. *Modul Pelatihan Simulasi Aliran 1-Dimensi Dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika HEC-RAS, Junction and Inline Structures*, 10-39.

Lyona, Vinka. 2014. Kajian Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Profil Muka Air Sungai Air Hitam Kota Pekanbaru, 1(1), 3-15.

Mardiansyah, Yudi. 2012. Evaluasi Sistem Drainase Kampus Universitas Sumatera Utara, 1(1), 2-11.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelaanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset

US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. 2008. *HEC-RAS River Analysis System-Hydraulic Reference Manual version 4.0*, 1-411.

Widya K, Haris. 2008. *Evaluasi Kapasitas Penampang Sungai Wulan Dengan Menggunakan*

Program HEC-RAS 4.0 Pada Kondisi UNSTEADY, Skripsi Sarjana. Semarang: Universitas Katolik Soegijapranata.

Zarkani, Rizal. 2016. *Analisa Drainase Untuk Penanggulangan Banjir Menggunakan EPA SWMM(Studi Kasus: Perumahan Mutiara Witayu Kecamatan Rumbai Pekanbaru, Skripsi Sarjana. Riau: Universitas Riau*