

PERENCANAAN SALURAN DRAINASE GEDUNG KULIAH UMUM HINGGA EMBUNG A KAMPUS ITERA

Gia Maysa Putri¹, Ayudia Hardiyani Kiranaratri, S.T., M.T.² Mashuri, S.T., M.T.²
¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Sumatera
²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Sumatera
Jalan Terusan Ryacudu, Way Hui, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan 35365,
Telp.: (0721) 8030188, (0721) 8030189
Email: giamaysaputri@gmail.com¹

ABSTRAK

Adanya gedung baru di Institut Teknologi Sumatera (ITERA) terjadi perubahan fungsi pada lahan kosong. Dengan adanya perubahan alih fungsi lahan menjadi perkampusan, maka daya resap air hujan pada lahan tersebut juga akan berubah. Tentunya hal ini akan berdampak pada besarnya limpasan air yang menuju saluran drainase. Analisis data hujan, data lapangan dan hasil perhitungan penampang saluran selanjutnya dijadikan sebagai data input perencanaan pada aplikasi HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center - River Analysis System*). Perhitungan curah hujan wilayah menggunakan metode aritmatik dengan didapatkan hasil analisis frekuensi adalah menggunakan metode Log Person III. Perhitungan debit saluran menggunakan Metode Rasional. Penampang saluran yang direncanakan adalah saluran berbentuk persegi. Hasil analisis menunjukkan debit saluran sebesar 0,96 m³/det. Analisis anggaran biaya sebesar Rp 1.892.999.034,09 (satu miliar delapan ratus sembilan puluh dua juta sembilan ratus sembilan puluh sembilan ribu tiga puluh empat rupiah). Dengan adanya drainase pada Gedung Kuliah Umum hingga Embung A diharapkan untuk meminimalisir terjadinya genangan yang terjadi akibat air hujan.

Kata Kunci: *HEC-RAS, Drainase, Debit Saluran, Limpasan.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Drainase mempunyai arti yaitu mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air limpasan hujan baik di jalan dan di kawasan. Secara umum, jaringan drainase sebagai serangkaian saluran dan bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Dalam hal ini dapat diketahui betapa pentingnya drainase sebagai prasarana umum yang harus dibangun agar tidak terjadi gangguan yang dapat merugikan

secara umum. Drainase juga merupakan komponen penting dalam pembangunan infrastruktur secara umum. Untuk menghindari kerusakan jalan akibat dari genangan air maupun banjir maka diperlukan saluran drainase jalan.

Pada perencanaan saluran drainase untuk menuju penanggulangan kelebihan air yang terintegrasi dengan baik diperlukan memperhatikan perencanaan dan desain saluran drainase secara matang. Hal ini bertujuan agar saluran drainase yang dibangun tidak gagal sehingga tidak menimbulkan masalah yang dapat merambat pada aspek ekonomi,

transportasi, pendidikan serta kesehatan.

Dengan adanya gedung baru di Institut Teknologi Sumatera (ITERA) terjadi perubahan fungsi pada lahan kosong. Hal ini dapat mempengaruhi kondisi drainase kawasan kampus ITERA karena dampak dari besar limpasan air yang mengalir ke saluran drainase. Maka dari itu diperlukan saluran drainase agar dapat meresapkan air yang berlebih pada permukaan jalan, mengalirkan air kepada saluran drainase terdekat sehingga tidak menimbulkan genangan air pada jalan.

Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penulisan Tugas Akhir ini yaitu studi kasus yang diambil pada penelitian dilakukan di jalan bundaran pertama jalur kanan ($5^{\circ}21'46.31''S105^{\circ}18'41.01''E$) dan jalur kiri ($5^{\circ}21'46.57''S105^{\circ}18'40.14''E$) yang menuju Gedung Kuliah Umum sampai menuju *outlet* embung A ($5^{\circ}21'29.76''S105^{\circ}18'46.94''E$).

TINJAUAN PUSTAKA

Drainase Jalan

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum dapat diartikan bahwa drainase adalah mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air limpasan hujan baik di jalan dan di kawasan. Jaringan drainase sebagai serangkaian saluran dan bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Drainase jalan mengandung pengertian membuang atau mengalirkan air (air hujan, air limbah, atau air tanah) ke tempat pembuangan yang telah ditentukan dengan cara gravitasi atau menggunakan sistem pemompaan. Secara umum dikenal adanya 2 (dua) sistem drainase yaitu sistem drainase permukaan dan sistem drainase bawah permukaan. Kedua sistem tersebut direncanakan dengan maksud untuk menyelamatkan lapis-lapis perkerasan jalan dan *subgrade* dari pengaruh air yang merugikan (Modul RDE 07 : Dasar Dasar Perencanaan Drainase Jalan, 2005).

Dalam hal ini drainase jalan perlu direncanakan untuk dapat melewati debit rencana dengan aman serta tata guna lahan dapat dioptimalkan dan juga memperkurang kerusakan pada struktur tanah untuk jalan dan bangunan lainnya. Perencanaan saluran drainase meliputi beberapa tahapan yaitu menentukan jalur saluran, menentukan debit rencana, merencanakan profil memanjang saluran, merencanakan penampang melintang saluran, mengatur dan merencanakan bangunan-bangunan sistem drainase.

Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu tentang seluk beluk air di bumi, kejadiannya, peredarannya dan distribusinya, sifat alam dan kimianya, serta reaksinya terhadap lingkungan dan hubungan dengan kehidupan" (*Federal Council for Science and Technology, USA, 1959* dalam *Varshney, Varshney, 1977*).

Curah hujan yang diperlukan untuk pembuatan rancangan dan rencana (perhitungan potongan melintang dan lain-lain) adalah curah hujan jangka

waktu yang pendek dan bukan curah hujan jangka waktu yang panjang seperti curah hujan tahunan atau bulanan. Curah hujan tersebut berdasarkan volume debit (yang disebabkan oleh curah hujan) dari daerah pengaliran yang kecil seperti perhitungan debit banjir, rencana peluap suatu bendungan, gorong-gorong melintasi jalan dan saluran, selokan-selokan samping. (Sostrodarsono; Takeda, 1976).

Menurut Departemen Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (2010), data yang meliputi kriteria perancangan hidrologi adalah dengan perkiraan hujan rencana, analisis frekuensi terhadap curah hujan menggunakan metode-metode yang mengacu pada tata cara perhitungan debit desain saluran.

Analisis Hidrolika

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2010), ketentuan kriteria perencanaan hidrolika meliputi kapasitas perhitungan saluran dengan parameter berbagai hal seperti parameter genangan, tinggi genangan, luas genangan dan lamanya genangan terjadi. Selain itu juga diperhitungkan parameter frekuensi terjadinya genangan setiap tahunnya.

HEC-RAS

Hydrologic Engineering Center - River Analysis System (HEC-RAS) merupakan aplikasi program dari USACE (*US Army Corps of Engineer*). Aplikasi ini memiliki empat komponen hitungan hidrolika, yaitu: hitungan profil muka air aliran permanen, hitungan simulasi aliran tak permanen, hitungan transpor sedimen, serta

hitungan kualitas air. HEC-RAS merupakan program aplikasi yang memakai data geometri yang sama, hitungan hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profil muka air berhasil dilakukan.

Dalam penelitian ini HEC-RAS digunakan untuk mengetahui pola aliran yang masuk dan keluar pada saluran. Dalam menganalisis pola aliran, data yang dibutuhkan pada aplikasi HEC-RAS yaitu data debit, *cross section*, serta elevasi muka air.

Analisis Harga Satuan

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah suatu rencana anggaran biaya yang akan dikeluarkan pada suatu proyek dimana hal itu didasarkan pada gambar kerja dalam perencanaan. Rencana Anggaran Biaya ini berada pada proposal biaya di luar proposal teknis yang merupakan kelengkapan administrasi sebuah perusahaan jasa konstruksi. Selain itu juga RAB merupakan perkiraan yang dibuat sebelum pelaksanaan suatu proyek fisik dimulai.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Batas lokasi studi pada perencanaan saluran drainase jalan:

1. Sebelah Utara : Jalan terusan Ryacudu
2. Sebelah Timur : Lahan BMKG, Masjid Baitul Ilmi
3. Sebelah Selatan : Bundaran barat ITERA
4. Sebelah Barat : Gedung Kuliah Umum, Laboratorium ITERA

Peralatan dan Aplikasi

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu:

1. Aplikasi *Mobile Topographer*
2. *Roll Meter*
3. Aplikasi *Google Earth Pro*
4. Aplikasi AUTOCAD
5. Aplikasi HEC-RAS
6. *Microsoft Office*
7. Alat ukur *Waterpass*
8. Kamera
9. Alat-alat tulis
10. Laptop

Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dibutuhkan data-data untuk diolah dan dianalisis agar mendapatkan hasil perencanaan saluran drainase jalan, dimana data yang dibutuhkan yaitu data primer dan data sekunder sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer yaitu data utama yang didapatkan dari penelitian secara langsung ataupun dari tangan pertama subjek penelitian. Pada penelitian ini dibutuhkan data:

- a. Dimensi drainase eksisting berupa ukuran panjang, tinggi, lebar dan arah alirannya.
- b. Peta situasi dan kondisi pada studi penelitian;
- c. Data topografi yang dibutuhkan berupa elevasi kontur pada studi penelitian.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data pelengkap yang didapatkan dari hasil penelitian yang sudah ada ataupun dari tangan kedua dan seterusnya. Pada penelitian ini data yang dibutuhkan yaitu:

- a. Data curah hujan dari stasiun hujan yang terdekat dengan ITERA. Stasiun yang berada di Bandar Lampung dan Lampung Selatan dengan data hujan 10 tahun terakhir. Pada penelitian digunakan data hujan stasiun Teluk Betung Utara, stasiun Sukarame, stasiun Negara Ratu serta stasiun Way Galih.
- b. Peta *Master Plan* Institut Teknologi Sumatera;
- c. Daftar harga satuan upah, bahan dan peralatan Kabupaten Lampung Selatan 2019.

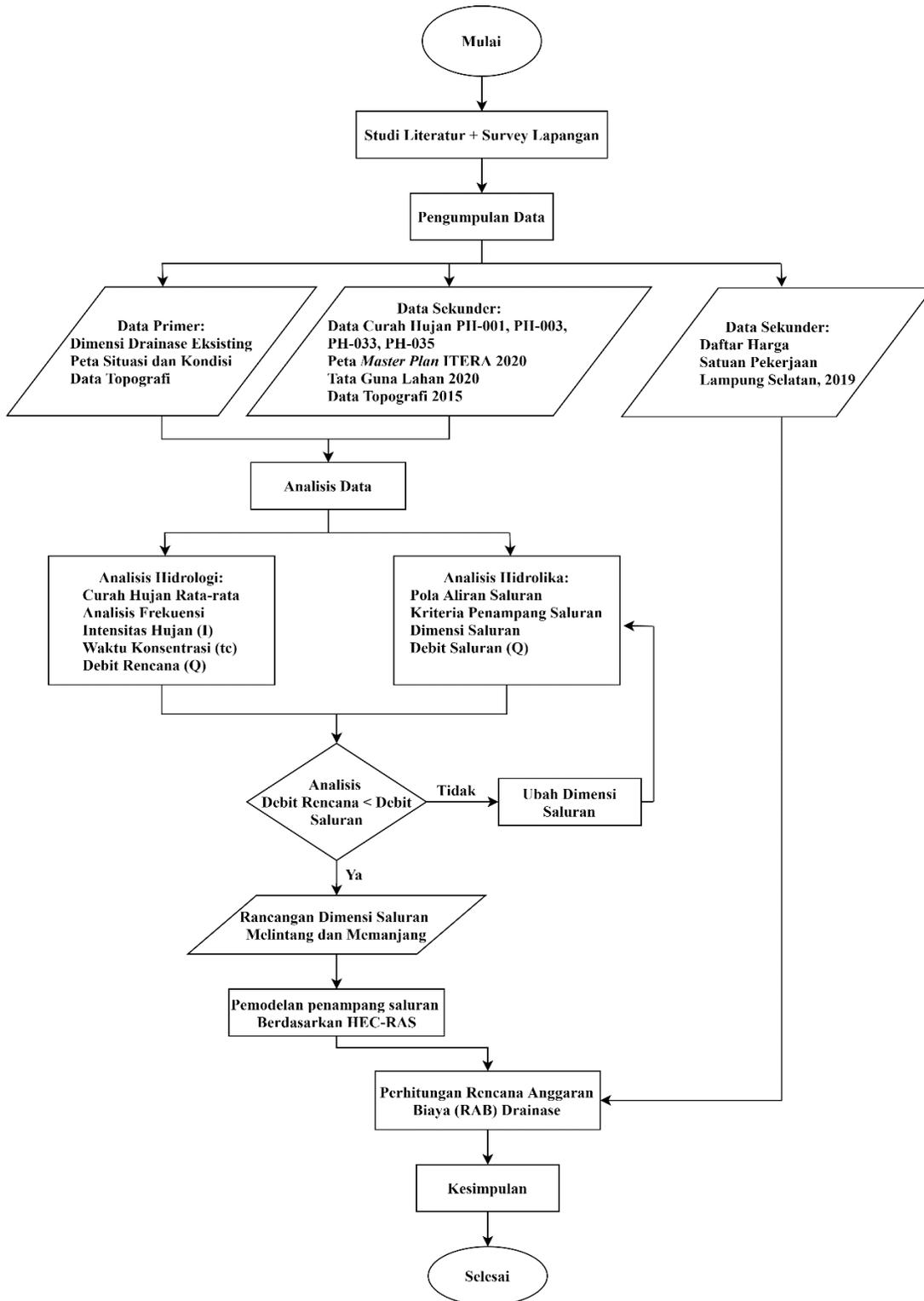
Metode Analisis Data

Metode perencanaan saluran drainase jalan pada kampus ITERA dibutuhkan beberapa tahapan untuk merencanakan saluran drainase yaitu:

- a. Menganalisis tata guna lahan serta luasan masing-masing untuk menentukan koefisien limpasan;
- b. Analisis hidrologi berdasarkan curah hujan, analisis frekuensi, intensitas hujan (I), waktu konsentrasi (tc), serta debit rencana (Q);
- c. Menganalisis hidrolika yang meliputi pola aliran saluran drainase, kecepatan aliran serta menghitung dimensi dan kemiringan saluran;
- d. Menganalisis penampang aliran pada saluran dengan aplikasi HEC-RAS;

Menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan dalam perencanaan saluran drainase jalan.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan Saluran Drainase

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

a. Curah Hujan Maksimum

Curah hujan yang digunakan pada penelitian ini ditentukan dengan menggunakan metode rerata Aljabar atau Aritmatik. Setelah mendapatkan hasil perhitungan curah hujan maksimum rata-rata pada tiap stasiun, maka didapatkan curah hujan maksimum sebagai berikut:

Tabel 1. Curah Hujan Maksimum

Tahun	Curah Hujan Maksimum (mm)
2010	59
2011	65,75
2012	45
2013	63,5
2014	26
2015	30,55
2016	40,85
2017	64,5
2018	34,5
2019	125,5

b. Analisis Frekuensi

Menentukan periode ulang beserta probabilitasnya dibutuhkan data curah hujan rencana yang telah didapatkan. Analisis frekuensi yang dilakukan dengan mencari parameter statistik diantaranya yaitu standar deviasi (S_x), koefisien kemencengan (C_s), koefisien kurtosis (C_k), dan koefisien variasi (C_v) untuk data normal dan logaritmik. Setelah melakukan pendekatan dengan parameter-parameter statistik, maka telah ditentukan distribusi yang tepat untuk menentukan kala ulang hujan. Adapun jenis distribusi yang memenuhi syarat uji karakteristik distribusi frekuensi yaitu distribusi log person III.

c. Uji Distribusi

Pada pengujian distribusi ini yang dipakai yaitu parameter Uji Chi-kuadrat dan Smirnov Kolmogorov. Diperoleh hasil uji chi kuadrat dengan nilai $X^2Cr = 7,815$ yang didapat dari tabel. Selanjutnya membandingkan X^2Cr yang diperoleh dari hitungan dengan X^2Cr yang diperoleh dari tabel. Dimana nilai $4,00 < 7,815$ hal ini menunjukkan bahwa data curah hujan pada distribusi frekuensi dapat diterima.

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai $D_{maksimum}$ sebesar 0,202. Nilai D_0 dilihat pada tabel didapatkan nilai 0,41. Dengan derajat nyata sebesar 5% dimana diasumsikan bahwa 5 dari 100 kesimpulan yang akan menolak hipotesa, sehingga 95% menandakan kesimpulan yang benar. Dapat dilihat bahwa $0,202 < 0,41$, hal ini menunjukkan bahwa distribusi frekuensi telah sesuai.

d. Curah Hujan Rencana

Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan distribusi log person III sebagai berikut:

Tabel 2. Curah Hujan Rencana

Kala Ulang	Rt
2	48,2570
5	72,8996
10	92,5249
25	121,4508
50	146,2222
100	173,9800

e. Waktu Konsentrasi

Pada penelitian ini dalam mencari waktu yang dibutuhkan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh hingga menuju *outlet* saluran,

perlu diketahui terlebih dahulu beberapa parameter sebagai berikut:

- a. Panjang saluran (Ls): 616 m
- b. Kecepatan aliran (V): 1,5 m/det
- c. Panjang aliran drainase terjauh (L): 30 m/det
- d. Angka kekasaran *manning* (n): 0,017 (pasangan batu)
- e. Kemiringan lahan (S) dilapangan

$$: \frac{116,85-107,63}{641} = 0,014$$

$$T_o = \frac{2}{3} \times 3,28 \times 30 \times \frac{0,017}{0,014} = 9,2986 \text{ menit}$$

$$t_d = \frac{616}{60 \times 1,5} = 6,8444 \text{ menit}$$

$$t_c = 9,2986 \text{ menit} + 6,8444 \text{ menit} = 16,1430 \text{ menit} = 0,2691 \text{ jam}$$

f. Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan metode Mononobe, dicari dengan menggunakan nilai kala ulang 5 tahun yang didapat dari perhitungan Log Pearson III pada analisis frekuensi dengan hasil perhitungan sebesar 60,6409 mm/jam.

g. Koefisien Pengaliran

Pada koefisien aliran permukaan yang digunakan diperoleh dari hasil $C_{komposit}$ dengan persamaan

$$C_{Komposit} = \frac{\sum A_n \times C_n}{\sum A_n}$$

Tabel 3. Hasil Koefisien Pengaliran

Deskripsi area	C sub area
Laboratorium 1	940,8
Gedung Kuliah Umum 1	2248,8
Laboratorium 2	1489,6
Laboratorium 4	1489,6
Laboratorium 5	1489,6
Masjid Baitul Ilmih	357
Rumah Kayu	1223,6
Toilet RK	38,4

Genset	83,5
Lapangan Basket &Voli	2148
Parkir	11533,2
Jalan	12789
Lahan Hijau	5745,6
Arboretum	7836,85
Jumlah	49413,5
C komposit	0,5294

h. Debit Rencana

Koefisien pengaliran ($C_{komposit}$): 0,5294

Intensitas kala ulang 5 tahun (I):

0,000017 m/s

Luas (A): 93.340,6 m²

Maka perhitungan debit nya yaitu:

$$\begin{aligned} Q &= C \times I \times A \\ &= 0,5294 \times 0,000017 \text{ m/s} \times \\ &\quad 93,340,6 \text{ m}^2 \\ &= 0,8324 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Analisis Hidrolika

a. Pola Aliran Air

Pola aliran drainase GKU, air hujan yang jatuh di kawasan akan mengalir ke tempat yang rendah menuju saluran terdekat yang berada ada di sekitar kawasan tersebut. Saluran terdekat merupakan saluran utama yang mengalirkan air menuju Embung A. Hingga bisa dikatakan bahwa pola aliran GKU yaitu pola jaringan drainase siku.

b. Kriteria Penampang

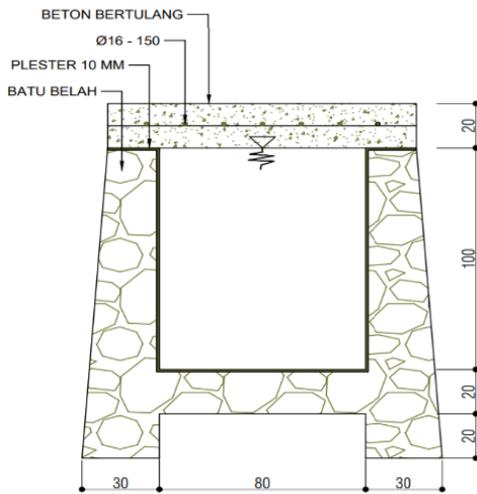
Saluran tertutup yang direncanakan sepanjang 103 meter serta gorong-gorong sepanjang 10 meter, sehingga diketahui saluran terbuka yang direncanakan yaitu sepanjang 1.144 meter.

c. Dimensi Saluran

Lebar saluran (b) : 0,8 m
 Tinggi muka air (h) : 0,8 m
 Tinggi jagaan (w) : 25% x 0,8 m = 0,2 m
 Tinggi saluran (H): 0,8 m + 0,2 m = 1 m
 $Q : A \times V$
 $: 0,64 \times 1,5 = 0,9600 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\text{rencana}} < Q_{\text{saluran}}$
 $= 0,8324 \text{ m}^3/\text{s} < 0,9600 \text{ m}^3/\text{s}$



Gambar 2. Saluran Terbuka

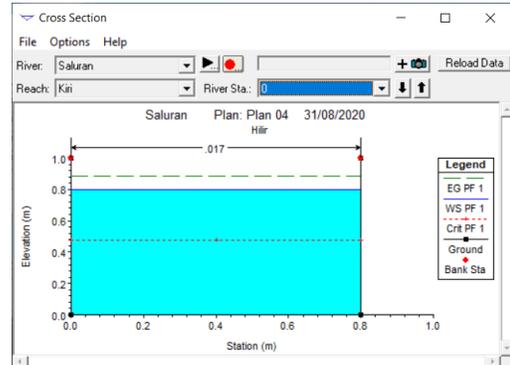


Gambar 3. Saluran Tertutup

HEC-RAS

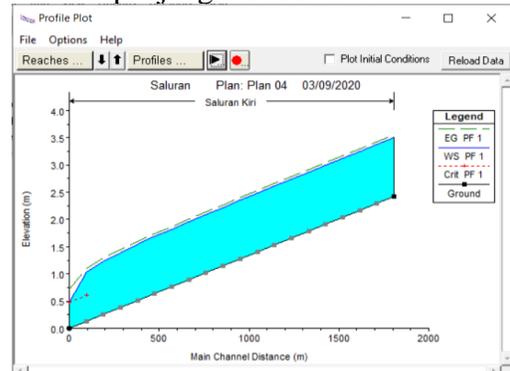
Dengan aplikasi HEC-RAS dilakukan pemodelan ini agar dapat mengetahui daerah desain penampang bagian mana yang mengalami peluapan serta

mengetahui tinggi muka air nya. Setelah menginput data geometry serta data hidraulik selanjutnya *running* dimana hasil *running* dapat dilihat pada berikut ini:



Gambar 4. Profil Muka Air Melintang

Setelah melihat profil muka air *cross section* dapat juga melihat profil muka air di sepanjang alur saluran.



Gambar 5. Profil Muka Air Memanjang

Rencana Anggaran Biaya

Dalam menghitung Rencana Anggaran Biaya diperlukan analisis harga satuan pekerjaan berdasarkan SNI terlebih dahulu. Setelah dilakukan analisis harga satuan pekerja dan juga telah menghitung volume pekerjaannya, maka langkah selanjutnya menghitung rencana anggaran biaya yang dapat dilihat di bawah ini:

Tabel 4. Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	Pek. Persiapan dan Biaya Umum				
1	Mobilisasi	1	Ls	Rp 10,000,000.00	Rp 10,000,000.00
2	Pembersihan Lahan Lokasi	1660.83	m ²	Rp 6,270.00	Rp 10,413,404.10
3	Pegukuran dan Pemasangan bowplank	1257	m	Rp 287,215.00	Rp 361,029,255.00
SUB TOTAL					Rp 381,442,659.10
II	Pek. Tanah				
1	Pekerjaan galian tanah	1523.75	m ³	Rp 70,537.50	Rp 107,481,769.28
2	Urugan Tanah Kembali	1418.86	m ³	Rp 34,485.00	Rp 48,929,264.06
3	Pemadatan Tanah	104.90	m ³	Rp 52,250.00	Rp 5,480,876.82
SUB TOTAL					Rp 161,891,910.15
III	Pek. Struktur				
1	Pekerjaan Pasangan Bekisting	2494.00	m ²	Rp 83,750.00	Rp 208,872,500.00
2	Pekerjaan Pasangan Batu Belah	1032.90	m ³	Rp 872,989.40	Rp 901,708,502.44
3	Pemasangan Besi Tulangan	162.56	kg	Rp 31,522.00	Rp 5,124,175.97
4	Pembuatan Beton	24.56	m ³	Rp 1,009,062.80	Rp 24,780,000.46
5	Pekerjaan 1 Buah Bak Kontrol Pas. Batu	1	bh	Rp 742,949.45	Rp 742,949.45
6	Pekerjaan <i>Box Culvert</i>	10	bh	Rp 2,268,000.00	Rp 22,680,000.00
SUB TOTAL					Rp 1,163,908,128.31
IV	Pek. Plesteran				
1	Pekerjaan Plesteran tebal 1 cm	39.52	m ²	Rp 58,814.28	Rp 2,324,443.39
2	Acian	39.52	m ²	Rp 33,932.50	Rp 1,341,072
3	Demobilisasi	1.00	Ls	Rp 10,000,000.00	Rp 10,000,000.00
SUB TOTAL					Rp 13,665,515.24
TOTAL					Rp 1,720,908,212.81
PPN (10%)					Rp 172,090,821.28
NILAI AKHIR (TERMASUK PPN)					Rp 1,892,999,034.09

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada perencanaan saluran drainase jalan GKU sampai menuju *outlet* Embung A kampus ITERA, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan saluran drainase pada Gedung Kuliah Umum sampai Embung A memiliki pola aliran drainase siku. Dimana daerah kawasan lebih tinggi dari pada saluran utama;
2. Perencanaan saluran drainase memiliki panjang saluran sebelah kanan 616 meter, dan panjang saluran sebelah kiri sepanjang 641 meter dengan luasan area tangkapan hujan sebesar 93.340,6 m². Saluran yang direncanakan ini terbagi menjadi saluran terbuka dan saluran tertutup. Saluran drainase yang direncanakan adalah saluran berbentuk penampang persegi seragam dengan dengan debit rencana sebesar 0,8324 m³/s;

3. Penampang saluran yang direncanakan dengan lebar saluran 0,8 meter dan kedalaman 1 meter yang dapat menampung sejumlah debit aliran air hingga sebesar 0,9600 m³/s. Ketinggian hitung teoritis muka air saluran untuk profil debit maksimum adalah sebesar 0,74 meter. Sedangkan untuk ketinggian hitung muka air saluran berbasis aplikasi HEC-RAS didapatkan hasil terbesar adalah 0,9 meter. Ketinggian muka air dari kedua metode perhitungan masih berada dalam kondisi batas aman karena tidak melebihi ketinggian rencana saluran sebesar 1 meter. Dapat disimpulkan bahwa desain saluran drainase jalan tersebut dapat digunakan.
4. Rencana anggaran biaya saluran drainase ITERA sepanjang 1.257 meter sebesar Rp 1.892.999.034,09 (satu miliar delapan ratus sembilan puluh dua juta sembilan ratus sembilan puluh sembilan ribu tiga puluh empat rupiah).

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada perencanaan saluran drainase kampus ITERA, saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah:

1. Pada perhitungan dimensi saluran perlu dilakukan pemodelan dengan aplikasi HEC-RAS agar mengetahui efisien saluran yang telah direncanakan.
2. Dalam menghitung koefisien aliran perlu dilakukan ketelitian dalam menghitung setiap luasannya, agar tidak mempengaruhi hasil koefisien aliran.
3. Pada data hujan perlu dilakukan pemeriksaan sebelum dianalisis, agar tidak terjadi data hujan yang error ataupun hilang.
4. Agar memudahkan perencanaan saluran disarankan untuk mengukur secara langsung topografi di lapangan agar mengetahui beda tinggi elevasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [DPU] Departemen Pekerjaan Umum (ID). 2005. *Modul RDE-07: Dasar-dasar Perencanaan Drainase Jalan*. Jakarta: [Pusbin-KPK] Pusat Pembinaan Kompetensi dan Pelatihan Konstruksi
- [DPU] Departemen Pekerjaan Umum (ID). 2006. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan: Perencanaan Sistem Drainase Jalan*. Jakarta: [DPU] Departemen Pekerjaan Umum.
- [PUPR] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2016. *Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Jakarta: JDIH Kementerian PUPR.
- Direktorat Jenderal Bina Marga (ID). 1990. *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Bina Marga.
- Effendi, Johan. 2019. *Perencanaan Sistem Drainase Lahan (Studi Kasus: Kebun Raya ITERA)* [Skripsi]. Lampung Selatan (ID): Institut Teknologi Sumatera.
- Fauziyyah, Amiroh Lina, dkk. 2015. Analisis Pola Aliran Permukaan Sungai Dengkeng Menggunakan *Hydrologic Engineering Center-River Analysis System* (HEC-RAS). *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*. Maret 2015: 125-132.
- Istianto. 2014. *Modul Pelatihan HEC-RAS Dasar; Simple Geometry River*. Yogyakarta: JTSL FT UGM.
- Khirzin, Ruzika Habib, dkk. 2017. Perencanaan Drainase Jalan Pahlawan dan Jalan Srwijaya, Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*. 6(1): 206-219.
- Pratama, Arya Yoga. 2018. *Perencanaan Saluran Drainase Menggunakan Aplikasi HEC-RAS (Studi Kasus: Bundaran I Sampai B Kampus ITERA)* [Skripsi]. Lampung Selatan (ID): Institut Teknologi Sumatera.
- Sinaga, Rosita M, Rumilla Harahap. 2016. Analisis Sistem Saluran Drainase Pada Jalan Perjuangan Medan. *Jurnal Education Building*. 2(2): 41-49.
- Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi