

**EVALUASI SISTEM JARINGAN DRAINASE JALAN
RAYA MENGGUNAKAN *SOFTWARE* HEC-RAS
STUDI KASUS : JALAN KAPTEN PATTIMURA,
TELANAIPURA, KOTA JAMBI.**

S K R I P S I



YOGA SAPUTRA

M1C116042

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA, DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2024

**EVALUASI SISTEM JARINGAN DRAINASE JALAN
RAYA MENGGUNAKAN *SOFTWARE* HEC-RAS
STUDI KASUS : JALAN KAPTEN PATTIMURA,
TELANAIPURA, KOTA JAMBI.**

S K R I P S I

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pada Program Studi Teknik Sipil



YOGA SAPUTRA

M1C116042

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA, DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2024

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata cara penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Jambi,
Yang Menyatakan

YOGA SAPUTRA
M1C116042

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul **EVALUASI SISTEM JARINGAN DRAINASE JALAN RAYA MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS. STUDI KASUS : JALAN KAPTEN PATTIMURA, TELANAIPURA, KOTA JAMBI** yang disusun oleh **YOGA SAPUTRA, NIM : M1C116042** telah dipertahankan di depan tim penguji pada tanggal 6 januari 2024 dan dinyatakan Lulus.

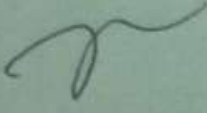
Susunan Tim Penguji

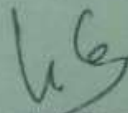
Ketua : Dr. Drs. Harnes, M.T.
Sekretaris : Ir. Lailal Gusri, S.T., M.Sc.
Anggota : 1. Ir. Dr. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T.
2. Nurza Purwa Abiyoga, S.T., M.Sc.

Disetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Dr. Drs. Harnes, M.T.
NIP. 197208151996031001

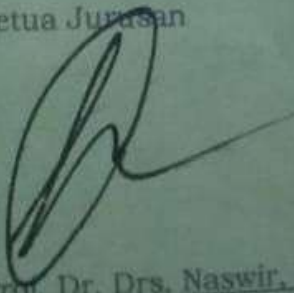

Ir. Lailal Gusri, S.T., M.Sc.
NIP. 197308172009031001

Diketahui:

Dekan

Ketua Jurusan


Drs. Jefri Marzal, M.Sc., D.I.T.
NIP. 196806021993031004


Prof. Dr. Drs. Naswir, M.Si.
NIP. 196605031991021001

PRAKATA

Alhamdulillah, Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan **judul EVALUASI SISTEM JARINGAN DRAINASE JALAN RAYA MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS. STUDI KASUS : JALAN KAPTEN PATTIMURA, TELANAIPURA, KOTA JAMBI.** Ini merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program sarjana pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak mungkin akan terwujud apabila tidak ada bantuan dari berbagai pihak, melalui kesempatan ini izinkan penulis menyampaikan ucapan rasa terima kasih yang sebesar- besarnya kepada :

1. Bapak Drs. Jefri Marzal, M.sc., D.I.T., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi.
2. Bapak Prof. Dr. Drs M. Naswir, M.SI. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Kimia, dan Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.
3. Bapak Ade Nurdin, S.T., M.T.. selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.
4. Bapak Dr. Drs. Harmes, M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama
5. Bapak Ir. Lailal Gusri, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Pendamping
6. Ibu Ir. Dr. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T. dan Bapak Nurza Purwa Abiyoga, S.T., M.Sc. selaku penguji
7. Seluruh Dosen dan Staff pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi.
8. Kedua Orang tua saya yang sangat saya cintai bapak Yunizar dan ibu Sri Mulyati dan Adik saya Saudari Della Helnalia Putri yang telah memberikan motivasi serta semangat kepada penulis dari awal kuliah khususnya Skripsi ini dibuat hingga selesai.
9. Semua sahabat, Teman, Keluarga Rumah Atas Mayang, Keluarga besar Himatesi Unja dan terkhusus orang spesial yang turut membantu dalam pengerjaan maupun memberi motivasi serta semangat sehingga skripsi ini telah dibuat hingga selesai.

Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala memberikan Rahmat-Nya dan membalas semua kebaikan mereka.

Penulis menyadari terdapat kekurangan dalam Skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan, serta dapat bermanfaat bagi yang membaca.

Jambi, Januari 2024

Penulis

RIWAYAT HIDUP



Yoga Saputra, Lahir di Sengeti pada tanggal 10 Agustus 1997, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara dilahirkan dari pasangan bapak Yunizar dan Ibu Sri Mulyati. Penulis memulai Pendidikan di SDN 66 Sengeti pada Tahun 2003 hingga 2009, kemudian melanjutkan pendidikan di SMPN 6 Muaro Jambi pada tahun 2009 hingga 2012, dan melanjutkan di SMAN 4 Kota Jambi pada tahun 2012 hingga 2015. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi pada tahun 2016 melalui jalur UMB.

Penulis mengakhiri masa studi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi dengan melaksanakan Kerja Praktek pada proyek Pembangunan Penambahan Ruang Kelas MAN 2 Muaro Jambi , setelah itu penulis menyusun Tugas Akhir dan Skripsi yang dibimbing oleh Bapak Dr. Drs. Harmes, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Ir. Lailal Gusri, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang berjudul **“EVALUASI SISTEM JARINGAN DRAINASE JALAN RAYA MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS. STUDI KASUS : JALAN KAPTEN PATTIMURA, TELANAIPURA, KOTA JAMBI.”**

ABSTRAK

EVALUASI SISTEM JARINGAN DRAINASE JALAN RAYA MENGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS. STUDI KASUS : JALAN KAPTEN PATTIMURA, TELANAIPURA, KOTA JAMBI.

Yoga Saputra

Pembimbing 1 : Dr. Drs. Harmes, M.T.

Pembimbing 2 : Ir. Lailal Gusri, S.T., M.Sc.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Jambi. Jalan Raya Jambi - Ma. Bulian, KM. 15, Mendalo,
Kab. Muaro Jambi, Jambi. Email : yogaasaaputraa1@gmail.com

Abstrak : Saluran drainase adalah salah satu bangunan pelengkap pada ruas jalan dalam memenuhi salah satu persyaratan teknis prasarana jalan. Genangan di ruas jalan masih sering terjadi di beberapa kota, khususnya kota padat penduduk. Ada beberapa titik ruas jalan yang masih tergenang oleh air yaitu kawasan wilayah Telanaipura, Kota Jambi tepatnya di jalan kapten pattimura yang merupakan jalan arteri sekunder. Dalam menangani permasalahan yang telah dijabarkan diatas maka perlu dilakukan evaluasi pada sistem jaringan drainase (*eksisting*) khusus nya saluran drainase tersier pada ruas jalan pattimura. Evaluasi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan data hidrologi berupa curah hujan periode 10 tahun terakhir dan data geometri saluran jaringan drainase Jalan Raya pada Jalan Kapten Pattimura. Metode perhitungan Hidrologi analisis curah hujan digunakan Distribusi Gumbel dan perhitungan Debit Rencana dengan Metode Rasional. Analisis Hidraulika yang dilakukan menghitung debit hujan yang harus ditampung oleh saluran (Q_S) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan hujan rencana (Q_R) atau $Q_S \geq Q_R$. Hasil perbandingan nilai perbandingan antara nilai Q_S dan Q_R berdasarkan syarat yang yaitu $Q_S \geq Q_R$. Saluran yang kategori aman terhadap debit rencana periode ulang 2 tahun yaitu pada saluran kanan satu $Q_S = 21,60 \text{ m}^3/\text{det}$, $Q_R = 20,17 \text{ m}^3/\text{det}$ dan saluran kanan dua $Q_S = 31,93 \text{ m}^3/\text{det}$, $Q_R = 20,08 \text{ m}^3/\text{det}$. Untuk periode ulang 5 tahun dan 10 tahun tidak aman yang mana nilai $Q_S \leq Q_R$. Penelitian ini menggunakan bantuan program Hec-Ras untuk mensimulasikan debit aliran pada saluran drainase jalan raya yang telah dihitung dan mensimulasikan Solusi dari

permasalahan saluran drainase jalan raya pada ruas jalan kapten pattimura agar tebebas dari genangan. Dimensi saluran yang di rencana ulang yaitu Saluran Kiri 1 dengan lebar saluran dan tinggi saluran rencana ulang 0.8 m dan 1 m, Saluran Kiri 2 lebar saluran dan tinggi saluran rencana ulang 0.8 m dan 1 m, Saluran Kanan 1 lebar saluran dan tinggi saluran rencana ulang 0.8 m dan 1 m. Untuk Saluran Kanan 2 tidak direncanakan ulang dikarenakan nilai Q_s yang didapat dari perhitungan sebelumnya masih dapat menampung Debit Rencana. Hasil dari perbandingan Nilai Q_s (Rencana Ulang) dan Q_R berdasarkan syarat yaitu $Q_s \geq Q_R$, menunjukan Saluran yang berada pada Ruas Jalan Kapten Pattimura dapat menampung debit rencana pada periode 2, 5, dan 10 tahun.

Kata Kunci : Drainase Jalan Raya, Evaluasi Saluran, Debit Saluran, Curah Hujan, Hec-Ras.

ABSTRACT

EVALUATION OF HIGHWAY DRAINAGE NETWORK SYSTEM USING HEC-RAS SOFTWARE. CASE STUDY: CAPTAIN PATTIMURA ROAD, TELANAIPURA, JAMBI CITY.

Yoga Saputra

Supervisor 1 : Dr. Drs. Harmes, M.T.

Supervisor 2 : Ir. Lailal Gusri, S.T., M.Sc.

*Civil Engineering Study Program, Faculty of Science and Technology,
Jambi University. Jalan Raya Jambi - Ma. Bulian, KM. 15, Mendalo,
Kab. Muaro Jambi, Jambi. Email: yogaasaaputraa1@gmail.com*

Abstract : Drainage channels are one of the complementary structures on roads to fulfill one of the technical requirements for road infrastructure. Flooding on roads still occurs frequently in several cities, especially densely populated cities. There are several points on the road that are still flooded with water, namely the Telanaipura area, Jambi City, precisely on Jalan Captain Pattimura, which is a secondary arterial road. In dealing with the problems described above, it is necessary to evaluate the (existing) drainage network system, especially the tertiary drainage channels on the Pattimura road section. The evaluation carried out in this research used hydrological data in the form of rainfall for the last 10 years and data on the geometry of the main road drainage network on Jalan Captain Pattimura. The hydrological calculation method for rainfall analysis uses the Gumbel Distribution and the Planned Discharge calculation uses the Rational Method. The hydraulic analysis carried out calculates the rain discharge that must be accommodated by the channel (Q_S) which is greater than or equal to the planned discharge caused by the planned rain (Q_R) or $Q_S \geq Q_R$. The results of the comparison value between the Q_S and Q_R values are based on the condition that $Q_S \geq Q_R$. Channels that are categorized as safe for discharge with a planned return period of 2 years are right channel one $Q_S = 21.60$ m³/sec, $Q_R = 20.17$ m³/sec and right channel two $Q_S = 31.93$ m³/sec, $Q_R = 20,08$ m³/sec. For return

periods of 5 years and 10 years, it is unsafe where the $Q_S \leq Q_R$ value. This research uses the help of the Hec-Ras program to simulate the flow discharge in the highway drainage channel which has been calculated and simulates the solution to the problem of the highway drainage channel on Jalan Captain Pattimura so that it is free from puddles. The dimensions of the channels being re-planned are Left Channel 1 with channel width and re-planned channel height of 0.8 m and 1 m, Left Channel 2 channel width and re-planned channel height of 0.8 m and 1 m, Right Channel 1 channel width and re-planned channel height 0.8m and 1m. For Right Channel 2, it was not re-planned because the Q_S value obtained from the previous calculation can still accommodate the Planned Debit. The results of the comparison of the Q_S (Re-Plan) and Q_R values based on the condition, namely $Q_S \geq Q_R$, show that the channel on Jalan Captain Pattimura can accommodate the planned discharge for periods of 2, 5 and 10 years.

Keywords: Highway Drainage, Channel Evaluation, Channel Discharge, Rainfall, Hec-Ras.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	
HALAMAN PERNYATAAN	
HALAMAN PENGSAHAN	
PRAKATA	
RIWAYAT HIDUP	
ABSTRAK	
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR.....	iii
DAFTAR TABEL	iv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Keaslian Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Drainase	8
2.1.1 Sistem Jaringan Drainase	10
2.1.2 Jenis Drainase	12
2.1.3 Bentuk Penampang Drainase	14
2.1.4 Pola Jaringan Drainase	16
2.1.5 Drainase Jalan Raya	19
2.2 Banjir	20
2.3 Aspek Hidrologi	20
2.3.1 Siklus Hidrologi.....	21
2.3.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan	22
2.4 Analisis Hidraulika	34
2.4.1 Kapasitas Penampang Saluran	34
2.4.2 <i>Software HEC-RAS</i>	36

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Metode Penelitian	37
3.2	Lokasi Penelitian	37
3.3	Data Penelitian	37
3.3.1	Primer	38
3.3.2	Sekunder	38
3.4	Tahapan Penelitian.....	38
3.4.1	Analisis Hidrologi	38
3.4.2	Analisis Hidraulika.....	38
3.4.3	Pemodelan <i>Software</i> HEC-RAS	38
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	39
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Deskripsi dan Analisa Data	43
4.2	Analisis Hidrologi	43
4.2.1	Perhitungan Curah Hujan	43
4.2.2	Perhitungan Curah Hujan Rencana	45
4.2.3	Uji Kecocokan Distribusi	51
4.3	Analisis Hidraulika	55
4.3.1	Perhitungan Intensitas Hujan.....	55
4.3.2	Perhitungan Debit Aliran Eksisting.....	56
4.3.3	Analisa Kapasitas Saluran.....	59
4.3.4	Analisis Hec-Ras	61
4.3.5	Perencanaan Ulang Dimensi Saluran.....	65
BAB IV	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN-1 CURAH HUJAN		
LAMPIRAN-2 LUAS DAERAH TANGKAPAN AIR		

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Lokasi Jalan Kapten Pattimura	2
2. Ruas jalan pada saat normal	2
3. Ruas jalan pada terjadi genangan	3
4. Eksisting jaringan sistem tersier	5
5. Penampang Trapesium	14
6. Penampang Persegi.....	15
7. Penampang Segitiga	16
8. Pola Alamiah	17
9. Pola Paralel	17
10. Pola Siku.....	18
11. Pola Jaring-jaring	18
12. Pola Radial	19
13. Pola <i>Grid Iron</i>	19
14. Siklus hidrologi	23
15. Lokasi penelitian	41
16. Diagram Alir Penelitian	47
17. <i>File Project</i>	61
18. Alur Saluran	61
19. Tampang melintang saluran kiri 1 bagian hilir	62
20. Tampang melintang saluran kiri 1 bagian hulu	62
21. Input Data Nilai Debit.....	63
22. Input Data Nilai Kemiringan	63
23. <i>Running Aliran Steady Flow</i>	63
24. Tampilan <i>Cross Section</i> STA. 0	64
25. Tampilan <i>Cross Section</i> STA. 114	64
26. Tampilan <i>water surface</i> saluran kiri 1	65

DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Keaslian Penelitian	6
2. Karakteristik Distribusi Frekuensi	25
3. Nilai K_T untuk Distribusi Log-Person III	27
4. Nilai Variabel Reduksi Gauss	28
5. <i>Reduced mean</i> (Y_n)	29
6. <i>Reduced standart deviation</i> (S_n)	29
7. <i>Reduced variate</i> (Y_t)	30
8. Nilai Δ Kritis Uji Smirnov Kolgomorov	32
9. Nilai Kritis Untuk Distribusi Chi-Square, Montarcih (2009)	33
10. Koefisien Limpasan Untuk Metode Rasional	35
11. Standar Desain Saluran Drainase	36
12. Koefisien Kekasaran Manning (n)	39
13. Data Curah hujan bulanan periode 2013-2022	41
14. Data Curah hujan Harian Rata-Rata periode 2013-2022	41
15. Data Curah hujan Harian Maksimum periode 2013-2022	42
16. Data Curah Hujan Stasiun Terdekat	42
17. Perhitungan Curah Hujan Dengan Metode Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel	43
18. Hasil Curah Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Normal	45
19. Nilai Y_n , S_n , dan Y_t untuk Periode Ulang (T)	45
20. Hasil Curah Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Gumbel	46
21. Perhitungan Curah Hujan Dengan Metode Log Normal dan distribusi <i>Log Pearson Type III</i>	46
22. Hasil Curah Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Log Normal	48
23. Hasil Curah Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi <i>Log pearson type III</i>	49
24. Hasil Uji Distribusi	49
25. Data curah hujan dari terbesar sampai terkecil	50
26. Perhitungan Interval Kelas Distribusi Gumbel	52
27. Perhitungan nilai X_2 distribusi gumbel	52
28. Perhitungan Intensitas Curah Hujan	53
29. Kemiringan Saluran Dan Kecepatan Aliran	54
30. Perhitungan Waktu Konsentrasi (T_c)	56
31. Hasil Intensitas Hujan Rencana	57
32. Hasil Perhitungan Debit Hujan Rencana (Q_R) Periode 2 Tahun	57
33. Hasil Perhitungan Debit Hujan Rencana (Q_R) Periode 5 Tahun	57

34. Hasil Perhitungan Debit Hujan Rencana (Q_R) Periode 10 Tahun.....	58
35. Rekapitulasi Perhitungan kapasitas penampang saluran (Q_S)	60
36. Perbandingan Nilai $Q_S \geq Q_R$ Periode Ulang 2 Tahun	60
37. Perbandingan Nilai $Q_S \geq Q_R$ Periode Ulang 5 Tahun	60
38. Perbandingan Nilai $Q_S \geq Q_R$ Periode Ulang 10 Tahun.....	60
39. Rencana Ulang Dimensi Saluran.....	65
40. Perbandingan Nilai $Q_S(\text{Rencana Ulang}) \geq Q_R$ Periode Ulang 2 Tahun.....	66
41. Perbandingan Nilai $Q_S(\text{Rencana Ulang}) \geq Q_R$ Periode Ulang 5 Tahun.....	66
42. Perbandingan Nilai $Q_S(\text{Rencana Ulang}) \geq Q_R$ Periode Ulang 10 Tahun.....	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir dapat dikategorikan sebagai bencana yang disebabkan oleh kelalaian manusia, karena curah hujan yang tinggi sebenarnya dapat disiasati. Oleh karena itu agar dapat mencegah terjadinya banjir pada daerah perkotaan, suatu sistem drainase perkotaan harus terpadu dengan sanitasi, sampah, pengendalian banjir kota dan juga keadaan lingkungan daerah sekitar

Semakin berkembangnya suatu daerah, lahan kosong untuk meresapkan air secara alami akan semakin berkurang. Permukaan tanah tertutup oleh beton dan aspal, hal ini akan menambah kelebihan air yang tidak terbuang. Kelebihan air ini jika tidak dapat dialirkan akan menyebabkan genangan. Dalam perencanaan saluran drainase harus memperhatikan tata guna lahan daerah tangkapan air saluran drainase yang bertujuan menjaga ruas jalan tetap kering walaupun terjadi kelebihan air, sehingga air permukaan tetap terkontrol dan tidak mengganggu pengguna jalan.

Saluran drainase adalah salah satu bangunan pelengkap pada ruas jalan dalam memenuhi salah satu persyaratan teknis prasarana jalan. Saluran drainase jalan raya berfungsi untuk mengalirkan air yang dapat mengganggu pengguna jalan, sehingga badan jalan tetap kering. Pada umumnya saluran drainase jalan raya adalah saluran terbuka dan saluran tertutup dengan menggunakan gaya gravitasi untuk mengalirkan air menuju *outlet*.

Genangan di ruas jalan masih sering terjadi di beberapa kota, khususnya kota padat penduduk. Ada beberapa titik ruas jalan yang masih tergenang oleh air yaitu kawasan wilayah Telanaipura Kota Jambi tepatnya di jalan kapten pattimura yang merupakan jalan arteri sekunder (Gambar 1). Daerah sekitar titik ruas jalan yang tergenang air terdapat stasiun pengisian bahan bakar (SPBU) pertokoan, pusat perbelanjaan, rumah makan dan beberapa loket travel mini bus serta pengguna jalan yang cukup tinggi.



Gambar 1 : Lokasi Jalan Kapten Pattimura

Sumber : <https://www.google.com/maps/@-1.6209181,103.574526,17.29z?entry=ttu>
(2023)

Genangan terjadi pada saat intensitas hujan tinggi dengan durasi waktu yang cukup lama sehingga mengakibatkan kerugian secara ekonomi bagi pemilik usaha sekitar ruas jalan, kerugian waktu dan kerusakan kendaraan bagi pengguna jalan menjadi terhambat dan apabila tetap dilewati akan menimbulkan kemacetan serta kerusakan infrastruktur transportasi. Kondisi lingkungan ruas jalan kapten pattimura saat tidak terjadi genangan dapat dilihat pada Gambar 2 dan terjadi genangan dapat dilihat pada Gambar 3.



(a)



(b)

Gambar 2 : (a) Ruas kiri, (b) Ruas kanan, pada saat normal

Sumber : Dokumentasi Peneliti



Gambar 3 : Ruas jalan pada terjadi genangan

Sumber : [Google://dobra.id/gubernur-atasi-banjir-kota-jambi-pemprov-siapkan-dana-awal-rp-5-https://miliar/](https://dobra.id/gubernur-atasi-banjir-kota-jambi-pemprov-siapkan-dana-awal-rp-5-https://miliar/) (2022)

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat terjadinya genangan air penyebabnya adalah tidak lain karena tidak berfungsinya dengan baik sistem jaringan drainase untuk mengalirkan debit limpasan yang begitu banyak. Akibat dari limpasan air pada ruas jalan yang ada tidak dapat menampung dengan baik, menguap dan akhirnya menggenangi jalan di sepanjang jalan pattimura.

Salah satu bagian dari sistem jaringan yang terdapat pada ruas jalan pattimura yaitu saluran tersier. Saluran tersier memegang peran penting pada saat terjadinya curah hujan tinggi, hal ini dikarenakan pada saat terjadi hujan pada ruas jalan aliran air mengalir masuk kedalam saluran tersier atau drainase jalan raya kemudian menuju saluran sekunder dan diteruskan kesaluran primer.

Saluran tersier pada ruas jalan pattimura tidak berfungsi dengan baik dikarenakan adanya endapan atau sedimentasi pada saluran sehingga mengurangi kapasitas saluran drainase yang berakibat saluran drainase menjadi dangkal dan kurang maksimal dalam menampung dan mengalirkan air hujan ke saluran sekunder. Ditambah lagi dengan kurangnya lubang buangan air genangan ke saluran eksisting dari jalan raya (saluran tersier) sehingga genangan air yang dari jalan raya tidak tersalurkan ke saluran drainase jalan raya (saluran tersier).

Dalam menangani permasalahan yang telah dijabarkan diatas maka perlu dilakukan evaluasi pada sistem jaringan drainase (*eksisting*) khusus nya saluran drainase tersier pada ruas jalan pattimura dalam menampung debit limpasan, arah aliran saluran dan faktor-faktor yang mengakibatkan terjadinya genangan di sepanjang lingkungan jalan pattimura sebagai langkah awal upaya pemecahan permasalahan genangan yang terjadi. Oleh karena itu, penulis akan melakukan penelitian dengan judul Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya Menggunakan *Software* Hec-Ras Studi kasus Jalan Kapten Pattimura, Telanaipura, Kota Jambi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah pada penelitian ini yaitu Bagaimana evaluasi sistem jaringan drainase jalan raya pada kawasan ruas jalan kapten pattimura Telanaipura Kota Jambi supaya terbebas dari genangan air atau banjir ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi kondisi pada lokasi penelitian.

2. Mengetahui kapasitas eksisting daya tampung sistem jaringan drainase jalan raya.
3. Desain ulang dengan menggunakan *software* Hec-Ras.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari hasil penelitian ini yaitu, sebagai berikut :

1. Dapat memberikaan informasi kepada pihak terkait terkhusus pemerintah mengenai kondisi jaringan sistem saluran tersier pada lokasi penelitian.
2. Dapat memberikan gambaran dalam melakukan evaluasi jaringan sistem saluran tersier untuk daerah yang mempunyai kondisi yang sama.
3. Dapat memberikan informasi terbaru bagi mahasiswa/i program studi Teknik Sipil dan Civitas akademika Universitas Jambi.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dijabarkan disini supaya pembahasan tidak keluar dari penjelasan yang sudah dibuat latar belakang dan rumusan masalah pada penelitian ini. Maka batasan masalah pada penelitian sebagai berikut :

1. Perhitungan curah hujan yang dipakai 10 tahun terakhir (2013 – 2023) menggunakan data acuan dari stasiun Simp. III Sipin Balai Wilayah Sungai Sumatra VI Provinsi Jambi.
2. Evaluasi yang dilakukan ialah kondisi atau kapasitas (*eksisting*) daya tampung sistem jaringan jalan raya .
3. Eksisting sistem jaringan drainase jalan raya adalah yang terletak pada ruas Jalan Kapten Pattimura, Telanaipura, Kota Jambi.



(a)



(b)

Gambar 4 : (a) Ruas kiri, (b) Ruas kanan, Eksisting jaringan sistem tersier
Sumber : Dokumentasi Peneliti

4. Perhitungan yang dilakukan adalah analisis hidrolika, dimensi saluran, debit rencana dan desain ulang Hec-Ras.

1.6 Keaslian penelitian

Tabel 1 : Keaslian Penelitian

No.	Penulis	Judul	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil
1.	Jusatiria, dan M. Gasali M (2021)	Evaluasi Perencanaan Drainase Menggunakan Simulasi Hec Ras 4.0	Jalan Budiman – Tembilahan	Analisis perhitungan menggunakan metode gumbel, metode log person III, metode normal, metode log normal, metode monobe, metode rasional, rumus manning, dan simulasi hec- ras 4.0	Hasil dari Analisis perencanaan drainase jalan budiman kota tembilahan menyatakan drainase yang direncanakan dengan menggunakan simulasi hecras yang berdasarkan hitungan manual mampu mengakomodasi debit dan tidak terjadi limpasan.
2.	Imaduddin, Arris Maulana, dan M. Agphin Ramadhan (2019)	Analisa Banjir Dengan Aplikasi Hec-Ras Pada Jalan Gaya Motor Raya, Tanjung Priok	Badan Jalan Gaya Motor Raya, Tanjung Priok, Jakarta Utara.	Analisis perhitungan menggunakan metode rasional, metode log person III, uji Kolmogorov- Smirnov, Uji Chi- Kuadrat, dan menggunakan software HEC-RAS 5.0.3.	Hasil simulasi HEC-RAS saluran eksisting mengalami peluapan kecuali pada cross section L35, L36, L37, L38, L39, L40, L41, L42, L43, L44, R43, R42, R41, R40, R39, R38, R36, R35, R34 dan R33. Setelah dilihat ketinggian luapan tertinggi pada penampang 144 adalah 1,7 m dan ketebalan sedimen saluran adalah 52 cm maka simulasi diulang dengan kedalaman 2,5 m. Hasil simulasi HEC-RAS dengan kedalaman 2.5 m dari permukaan saluran menunjukkan bahwa tidak terjadi peluapan semua cross section saluran. Hal ini menunjukkan bahwa normalisasi dengan kedalaman 2.5 m dari permukaan saluran dapat menangani banjir pada Jalan Gaya.

Tabel 1 : Keaslian Penelitian (Lanjutan)

No.	Penulis	Judul	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil
3.	Krisman Pebrian Manullang (2018)	Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya	Lingkungan jalan nusantara raya perumnas 3 kota bekasi	Metode Normal, Log Normal, Log Pearson III dan Gumbel, rumus Van Breen	Hasil penelitian ini didapatkan debit banjir rencana (Q_r) dengan menggunakan rumus rasional dengan periode ulang 5 tahun sebesar 0,832m ³ /detik sedangkan kapasitas daya tampung saluran (Q_s) didapatkan hasil sebesar 0,829m ³ /detik sehingga $Q_r > Q_s$ dalam hal ini saluran drainase Jalan Nusantara Raya tidak mampu menampung debit limpasan sehingga perlu mendimensi ulang. Selain itu permasalahan banjir juga dikarenakan topografi tanah yang cekung, sedimentasi, sampah yang menyumbat, arah aliran yang tidak baik karena kemiringan saluran yang datar, bagian hilir kali sasak jarang terdapat gundukan tanah yang dihasilkan dari pengendapan, kebersihan lingkungan sekitar yang membuat aliran limpasan sulit mengalir dan kurangnya pemeliharaan saluran drainase secara berkala yang membuat sistem jaringan drainase jalan kurang berfungsi dengan baik sehingga terjadi genangan air atau banjir disekitaran Jalan Nusantara Raya Perumnas 3 Kota Bekasi.

Tabel 1 : Keaslian Penelitian (Lanjutan)

No.	Penulis	Judul	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil
4.	Panusunan Pulungan (2023)	Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya Pada Jalan Kapten Patimura Kelurahan Kenali Besar - Kota Jambi	kawasan jalan Kapten Patimura Kelurahan Kenali Besa – Kota Jambi yang terdapat dikecamatan Alam Barajo Kota Jambi.	Analisis perhitungan menggunakan metode rasional, metode log person III, Uji Chi-Kuadrat, Metode Ishiguro, Metode Sherman, Metode Talbot, dan permodelan menggunakan hec-ras.	Berdasarkan hasil evaluasi dari analisis hidrologi dan Hidraulika, debit teoritis dengan berbagai periode ulang tidak sesuai dengan kapasitas yang ada dibeberapa segmen saluran eksisting yaitu: pada periode 5 tahun dan periode 10 tahun kapasitas saluran, merupakan saluran yang memiliki kapasitas saluran yang kurang optimal untuk menampung debit teoritis. Maka dilakukan evaluasi terhadap saluran agar dapat berfungsi dengan baik. Dari hasil evaluasi pada saluran drainase persegi yang berdimensi ($b = 0,80 \text{ m}$; $h = 0,80\text{m}$) merupakan saluran drainase yang tidak mampu menampung debit teoritis, maka dilakukan perhitungan ulang untuk peningkatan dimensi kapasitas saluran, saluran yang direncanakan adalah saluran trapesium dengan dimensi ($a = 2 \text{ m}$; $b = 1,5 \text{ m}$; $h = 1,5 \text{ m}$).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas atau infrastruktur yang dirancang sebagai sistem pengendalian air baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi suatu kawasan tidak terganggu dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota. Drainase perkotaan/terapan merupakan drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota, menurut Yamali(2019).

Menurut Halim Hasmar, drainase secara umum didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu. Drainase perkotaan/terapan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota. Drainasi perkotaan/terapan merupakan sistem pengeringan dan pengairan air dari wilayah perkotaan yang meliputi :

- a) Pemukiman
- b) Kawasan industri dan perdagangan
- c) Kampus dan sekolah
- d) Rumah sakit dan fasilitas umum
- e) Lapangan parkir
- f) Pelabuhan udara

2.1.1. Sistem jaringan drainase

Sistem jaringan drainase merupakan bagian dari infrastruktur pada suatu kawasan, drainase masuk pada kelompok infrastruktur air pada pengelompokkan infrastruktur wilayah, selain itu ada kelompok jalan, kelompok sarana transportasi, kelompok pengelolaan limbah, kelompok bangunan kota, kelompok energi dan kelompok telekomunikasi, menurut suripin(2004).

Pada sistem drainase yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima air diolah dahulu pada instalasi pengolah air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memiliki baku mutu tertentu yang dimasukkan ke dalam badan air penerima biasanya sungai, sehingga tidak merusak lingkungan menurut suripin(2004).

Adapun beberapa sistem jaringan drainase adalah sebagai berikut:

2.1.1.1 Sistem Jaringan Terpisah (*Separate System*)

Sistem jaringan terpisah adalah sistem dimana air buangan disalurkan tersendiri dalam jaringan *roil* tertutup, sedangkan limpasan air hujan disalurkan sendiri dalam saluran drainase khusus untuk air yang tidak tercemar. Air kotor dan air hujan dilayani oleh sistem saluran masing-masing secara terpisah. Pilihan sistem ini didasarkan atas beberapa pertimbangan antara lain:

- a. Periode musim hujan dan kemarau yang terlalu lama.
- b. Kualitas yang jauh berbeda antara air buangan dan air hujan.
- c. Air buangan memerlukan pengelolaan terlebih dahulu sedangkan air hujan tidak perlu dan harus secepatnya dibuang ke sungai yang terdapat pada daerah yang ditinjau.

2.1.1.2 Sistem Jaringan Tercampur (*Pseudo Separate System*)

Air kotor dan air hujan disalurkan melalui satu saluran yang sama. Saluran ini harus tertutup, pemilihan sistem ini didasarkan atas beberapa pertimbangan antara lain:

- a. Debit masing-masing buangan relatif kecil sehingga dapat disatukan.
- b. Kualitas air buangan dan air hujan tidak jauh berbeda.
- c. Fluktuasi curah hujan dari tahun ke tahun relative kecil.

2.1.1.3 Sistem Kombinasi (*Combined System*)

Merupakan perpaduan antara saluran air buang dan saluran air hujan dimana pada waktu musim hujan air buangan dan air hujan tercampur dalam saluran air buangan. Kedua saluran ini bersatu tetapi dihubungkan dengan sistem perpipaan interseptor.

Beberapa faktor yang dapat digunakan dalam menentukan pemilihan sistem adalah:

- a. Perbedaan yang besar antara kualitas air buangan yang akan disalurkan melalui jaringan penyalur air buangan dalam kualitas curah hujan pada daerah pelayanan.
- b. Umumnya didalam kota dilalui sungai-sungai dimana air hujan secepatnya dibuang kedalam sungai-sungai tersebut.
- c. Periode musim kemarau dan musim hujan yang lama dan fluktuasi air hujan yang tidak tetap.

2.1.2. Jenis Drainase

Drainase memiliki banyak jenis dan jenis drainase tersebut dilihat dari berbagai aspek, menurut suripin(2004). Adapun jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

2.1.2.1 Sejarah Terbentuknya

Berdasarkan sejarah terbentuknya terbagi menjadi dua, yaitu :

a. Drainase Alamiah

Drainase alami adalah drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong, dan lain-lain, saluran ini terbentuk dengan mengikuti kontur dari suatu daerah, dari yang tertinggi sampai ke rendah, yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.

b. Drainase Buatan

Drainase buatan adalah drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, pipa-pipa. Pada sistem drainase buatan memerlukan biaya baik pada perencanaannya maupun pada pembuatannya.

2.1.2.2 Fungsi Drainase

Berdasarkan fungsinya, jenis drainase terbagi menjadi dua yaitu

a. *Single purpose*

Yakni saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lain.

b. *Multipurpose*

Yakni saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian, misalnya mengalirkan air buangan rumah tangga dan air hujan secara bersamaan.

2.1.2.3 Konstruksi drainase

Berdasarkan pembuatan sebuah bangunan drainase terlebih dahulu harus tahu jenis konstruksi apa drainase dibuat, berikut ini drainase menurut konstruksi :

a. Saluran terbuka

Saluran terbuka yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak membahayakan lingkungan ataupun kesehatan masyarakat sekitar.

b. Saluran tertutup

Saluran tertutup yaitu saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

2.1.2.4 Sistem pengaliran (buangan)

Berdasarkan sistem buangan pada drainase terbagi menjadi beberapa kelompok, yaitu :

1 Sistem jaringan

Drainase dengan sistem jaringan adalah suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui sistem tata saluran dengan bangunan-bangunan pelengkapanya.

2 Sistem resapan

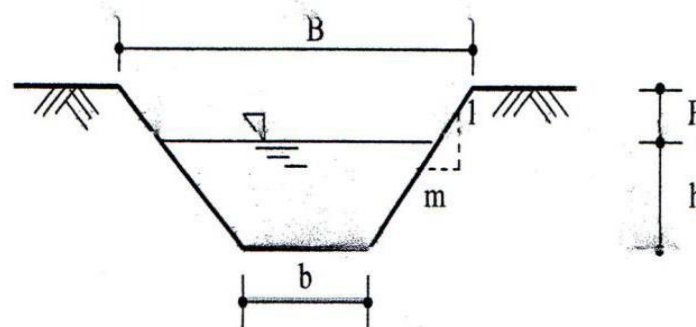
Drainase dengan sistem resapan adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah. Cara resapan ini dapat dilakukan langsung terhadap genangan air dipermukaan tanah ke dalam tanah atau melalui sumuran atau saluran resapan. Sistem resapan ini sangat menguntungkan bagi usaha konversi air.

2.1.3. Bentuk penampang drainase

Ada beberapa bentuk saluran, Triatmojo (1993) menggambarkan bentuk-bentuk saluran drainase disertai bentuk perhitungannya.

2.1.3.1 Penampang saluran trapesium

Penampang trapesium digunakan pada daerah yang masih mempunyai lahan cukup luas dan ukuran salurannya relatif besar. Berdasarkan gambar dibawah ada beberapa keterangan yang diketahui yaitu :



Gambar 5 : Penampang Trapesium

Sumber : Hidrolika II, Triadmodjo (1993)

Keterangan gambar :

B : Lebar atas saluran

b : Lebar dasar saluran

m : Kemiringan sisi saluran

f : Tinggi jagaan

h : Tinggi basah saluran

S : Kemiringan saluran

Berdasarkan keterangan gambar maka dapat diketahui luas penampang basah saluran (A), keliling basah saluran (P) dan jari-jari hidrolis (R). Berikut rumus yang didapat :

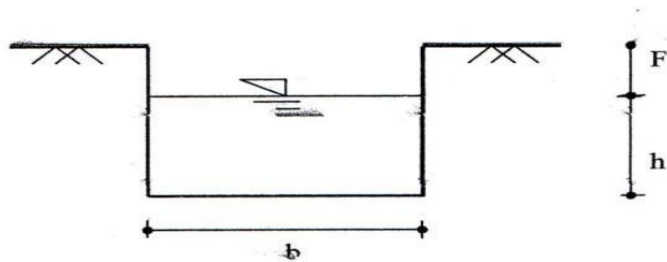
$$A = b + m \cdot h \cdot h \quad (1)$$

$$P = b + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (2)$$

$$R = A \cdot P \quad (3)$$

2.1.3.2 Penampang saluran persegi

Umumnya digunakan pada daerah yang lahannya tidak terlalu lebar dan saluran yang relatif besar dan sedang.



Gambar 6 : Penampang Persegi

Sumber : Hidrolika II, Triadmodjo (1993)

Dalam perencanaan saluran di lapangan dipakai saluran persegi dimana hubungan antara debit rencana dengan dimensi tampang ditentukan berdasarkan rumus Manning, yaitu :

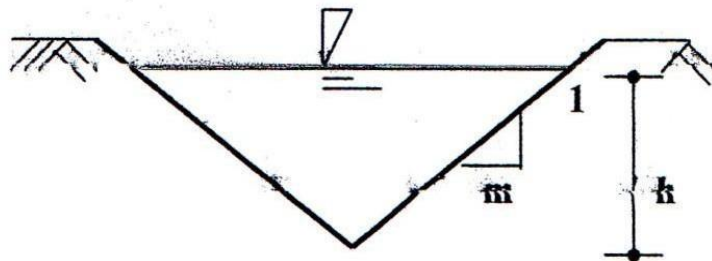
$$A = b \cdot h \quad (4)$$

$$P = b + 2h \quad (5)$$

$$R = A \cdot P \quad (6)$$

2.1.3.3 Penampang saluran segitiga

Umumnya digunakan pada daerah permukiman sebagai saluran tersier. Keuntungannya dapat mengalirkan air pada debit kecil. Kerugiannya sulit dalam pemeliharaan.



Gambar 7 : Penampang Segitiga

Sumber : Hidrolika II, Triadmodjo (1993)

$$A = m \cdot h^2 \quad (7)$$

$$P = 2 \cdot \sqrt{m+1} \cdot h \quad (8)$$

$$R = A \cdot P \quad (9)$$

Keterangan :

A = Luas penampang basah saluran (m²)

R = Jari-jari hidrolis (m)

P = Keliling basah saluran (m)

S = Kemiringan saluran

n = Koefisien kekasaran Manning

m = Kemiringan sisi saluran

f = Tinggi jagaan (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

B = Lebar atas saluran (m)

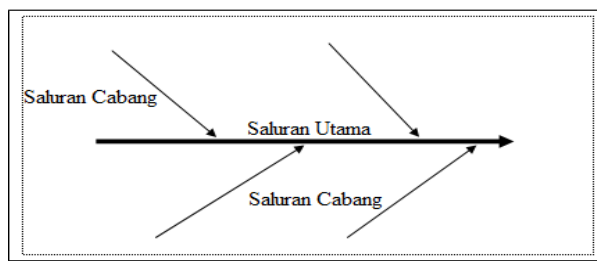
h = Tinggi basah saluran (m)

2.1.4. Pola jaringan drainase

Pola jaringan drainase pada suatu wilayah/kota tergantung dari topografi daerah dan tata guna lahan kawasan tersebut. Adapun pola jaringan drainase sebagai berikut.

2.1.4.1 Pola alamiah

Pola alamiah adalah suatu pola jaringan drainase yang terbentuk secara alamiah

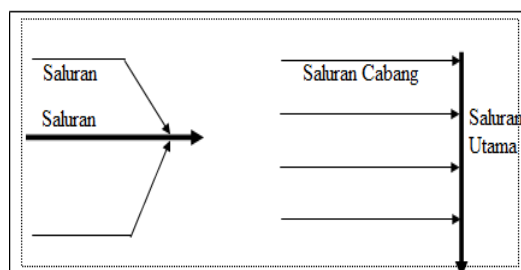


Gambar 8 : Pola Alamiah.

Sumber : <https://neededthing.blogspot.com/2018/05/pola-jaringan-drainase.html>

2.1.4.2 Pola Paralel

Pola paralel adalah suatu pola dimana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang yang pada bagian akhir saluran cabang dibelokkan menuju saluran utama. Pada pola paralel saluran cabang cukup banyak dan pendek.

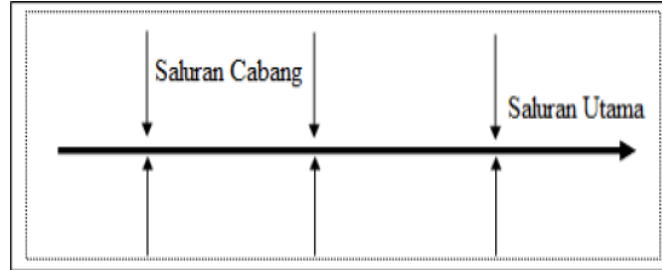


Gambar 9 : Pola Paralel

Sumber : <https://neededthing.blogspot.com/2018/05/pola-jaringan-drainase.html>

2.1.4.3 Pola Siku

Pola siku adalah suatu pola dimana saluran cabang membentuk siku-siku pada saluran utama, sungai merupakan saluran pembuang utama yang berada di tengah kota.

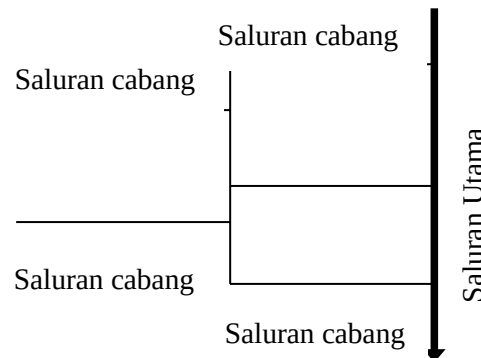


Gambar 10 :Pola Siku

Sumber : <https://neededthing.blogspot.com/2018/05/pola-jaringan-drainase.html>

2.1.4.4 Pola Jaring-Jaring

Pola jaring-jaring adalah pola drainase yang mempunyai saluran pembuang mengikuti arah jalan raya. Pola ini sangat cocok untuk daerah yang topografinya datar.

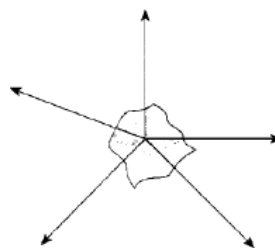


Gambar 11 :Pola Jaring-jaring

Sumber : <https://neededthing.blogspot.com/2018/05/pola-jaringan-drainase.html>

2.1.4.5 Pola Radial

Pola radial adalah pola jaringan drainase yang mengalirkan air dari pusat sumber air mengalir ke segala arah, pola ini sangat cocok digunakan pada daerah perbukitan.

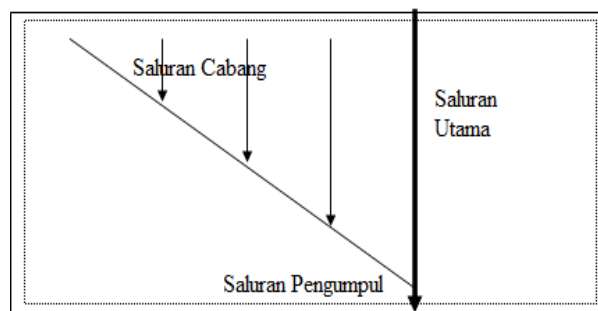


Gambar 12 : Pola Radial

Sumber : <https://neededthing.blogspot.com/2018/05/pola-jaringan-drainase.html>

2.1.4.6 Pola *Grid Iron*

Pola *grid iron* adalah pola jaringan drainase dimana sungai terletak dipinggiran kota.



Gambar 13 : Pola *Grid Iron*

Sumber : <https://neededthing.blogspot.com/2018/05/pola-jaringan-drainase.html>

2.1.5. Drainase Jalan Raya

Salah satu aspek terpenting dalam perencanaan jalan raya adalah melindungi jalan dari permukaan dan air tanah. Dengan kata lain drainase merupakan salah satu faktor terpenting dalam perencanaan pekerjaan jalan. Pada hakekatnya drainase jalan raya (saluran tepi jalan) berfungsi sebagai saluran permukaan untuk mengalirkan air permukaan dari badan jalan, dengan asumsi menampung luasan daerah tangkapan air (*catchmen area*) dalam lingkungan sekitarnya yang terbatas. Hal ini juga menghindari akan terjadinya kerusakan jalan seperti jalan berlubang, jalan ambles yang dapat membahayakan lalu lintas dapat dihindari, dan jalan terpelihara secara struktur dan berfungsi dengan baik.

Di perkotaan saluran muka tanah selalu ditutup sebagai bahu jalan atau trotoar. Walaupun juga sebagaimana diluar perkotaan, ada juga saluran drainase muka tanah tidak tertutup (terbuka lebar), dengan sisi atas saluran rata dengan muka jalan sehingga air dapat masuk dengan bebas. Drainase jalan raya di perkotaan elevasi sisi atas selalu lebih tinggi dari sisi atas muka jalan. Air masuk ke saluran melalui inflet yang ada dapat berupa inflet tegak ataupun inflet horizontal.

Ada beberapa ketentuan letak saluran pada ruas jalan, sebagai berikut :

- Untuk jalan raya yang lurus, kemungkinan letak saluran pada sisi kiri dan sisi kanan jalan.
- Jika jalan ke arah lebar miring ke arah tepi, maka saluran akan terdapat pada sisi tepi jalan atau pada bahu jalan.
- Jika kemiringan arah lebar jalan ke arah median jalan maka saluran akan terdapat pada median jalan tersebut.

- Jika jalan tidak lurus menikung, maka kemiringan jalan satu arah , tidak dua arah seperti jalan yang lurus. Kemiringan satu arah pada jalan menikung ini menyebabkan saluran hanya pada satu sisi jalan yaitu sisi yang rendah. Untuk menyalurkan air pada saluran ini pada jarak tertentu,direncanakan adanya pipa nol yang diposisikan dibawah badan jalan untuk mengalirkan air dari saluran.

2.2 Banjir

Banjir adalah aliran air dipermukaan yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh saluran drainase atau sungai sehingga melimpas ke kiri dan ke kanan saluran akibat terhambatnya aliran pada saluran pembuang. Akibat alam maupun akibat manusia. Pengaliran didasar sungai terutama disebabkan oleh hujan. Jatuhnya air hujan disuatu daerah, baik menurut waktu maupun menurut letak geografisnya tidak tetap melainkan berubah-ubah.

Menurut Suita dan Simorangkir(2018), banjir adalah peristiwa tergenangnya daratan yang biasanya kering karena volume air yang meningkat. Banjir ada dua peristiwa, pertama peristiwa banjir atau genangan yang terjadi pada daerah yang biasanya tidak terjadi banjir. Kedua peristiwa banjir terjadi karena limpasan air banjir dari sungai karena debit banjir tidak mampu dialirkan oleh alur sungai atau debit banjir lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada.

Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (maulana dkk,2017), banjir terjadi karena adanya dua faktor utama, yaitu :

a) Faktor Manusia

Dikarenakan adanya perubahan tata guna lahan seperti perubahan daerah resapan air menjadi pemukiman dan perkebunan. Disamping itu perawatan sistem drainase yang kurang baik dan seringnya masyarakat membuang sampah tidak pada tempatnya. Hal ini menyebabkan air yang harusnya meresap ke dalam tanah menjadi melimpas, erosi dan sedimentasi menjadi tinggi sehingga tampungan menjadi semakin kecil dan terjadilah banjir.

b) Faktor Alam

Dikarenakan oleh curah hujan yang terlalu tinggi, dataran yang rendah, serta pengaruh dari geografisnya.

2.3 Aspek Hidrologi

Hidrologi tidak hanya diperlukan dalam perencanaan berbagai macam bangunan air seperti bendungan, bangunan pengendali banjir dan irigasi. Tetapi juga ada bangunan jalan raya, lapangan terbang dan bangunan lainnya dan juga analisa hidrologi diperlukan untuk perencanaan drainase, *culvert*, maupun jembatan yang melintasi sungai atau saluran, suripin (2004). Drainase yang direncanakan dalam hal ini untuk dapat menampung air hujan atau air limbah daerah sekitar dan mengalirkannya ke sungai atau ke tempat-tempat pembuangan lainnya. Saluran drainase ini ukurannya direncanakan sedemikian rupa sehingga cukup untuk mengalirkan sejumlah volume air tertentu dalam suatu waktu yang lama atau yang disebut dengan debit (Q).

Pada perencanaan saluran drainase terdapat masalah yaitu berapakah besar debit air yang harus disalurkan melalui saluran tersebut. Karena debit air ini tergantung kepada curah hujan tidak tetap atau berubah-ubah, maka debit air yang akan ditampung saluran juga pasti akan berubah-ubah. Dalam hal perencanaan saluran drainase harus menetapkan suatu besarnya debit rencana (debit banjir rencana) jika memilih atau membuat debit rencana tidak bisa kecil, maka nantinya dapat berakibat air didalam saluran akan meluap dan sebaliknya juga tidak boleh mengambilnya terlalu besar karena dapat juga berakibat saluran yang kita rencanakan tidak ekonomis. Jadi harus dapat memperhitungkan besarnya debit didalam saluran drainase agar dapat memilih suatu debit rencana. Didalam memilih debit rencana maka diambil debit banjir *maximum* pada daerah perencanaan.

2.3.1. Siklus hidrologi

Menurut suripin(2004), Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus-menerus, dan tidak tahu kapan dan dari mana berawalanya dan kapan pula akan berakhirnya.

Menurut lukman(2018), Air berevaporasi kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan batu, hujan es dan salju (*sleet*), hujan gerimis atau kabut. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh dan kemudian di intersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontiniu dalam tiga cara yang berbeda, yaitu :

a) Evapotranspirasi.

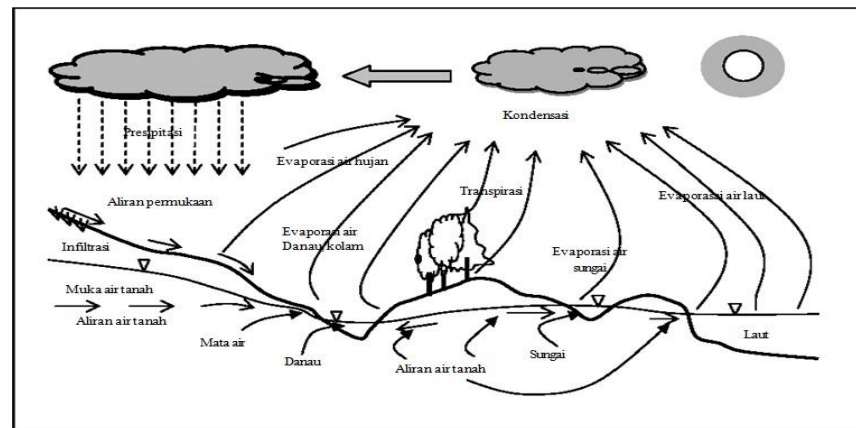
Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dan sebagainya kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfir) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (*precipitation*) dalam bentuk hujan, salju dan es.

b) Infiltrasi.

Air bergerak ke dalam tanah melalui celah- celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal.

c) Air permukaan.

Air bergerak di atas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau, makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi.



Gambar 14 : Siklus Hidrologi

Sumber : Triadmojo (2010)

2.3.2. Analisis frekuensi curah hujan

Curah hujan adalah nama umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi. Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Berdasarkan ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi.

2.3.2.1 Analisis Frekuensi

Menurut Suripin (2004), Adapun distribusi frekuensi curah hujan yang akan digunakan, yaitu :

1 Standar Deviasi (S)

Perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui standar deviasi digunakan rumus sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log Xi - \log \bar{X})^2}{n-1}} \quad (10)$$

Keterangan :

S = deviasi standar curah hujan

X = nilai rata-rata curah hujan

Xi = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i

n = jumlah data curah hujan

2 Koefisien Variasi (CV)

Koefisien variasi (*variation coefficient*) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi.

Perhitungan koefisien variasi digunakan rumus sebagai berikut:

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad (11)$$

Keterangan :

Cv = koefisien varian

S = Standar Deviasi

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata varian

3 Koefisien Skewness (Cs)

Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Perhitungan koefisien skewness digunakan rumus sebagai berikut:

$$Cs = \frac{n \sum_{i=0}^n (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (12)$$

Keterangan:

Cs = Koefisien Skewness

Xi = Nilai Varian ke i

$\bar{X}$ = nilai rata-rata varian

n = jumlah data

S = Standar Deviasi

4 Pengukuran Kurtosis

Pengukuran kurtosis dimaksud untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal yang mempunyai Ck = 3 yang dinamakan mesokurtik, Ck < 3 berpuncak tajam yang dinamakan leptokurtik, sedangkan Ck > 3 berpuncak datar dinamakan platikurtik. Perhitungan kurtosis digunakan rumus sebagai berikut:

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=0}^n (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)S^4} \quad (13)$$

Keterangan :

Ck = koefisien kurtosis curah hujan

- n = jumlah data curah hujan
 $\bar{X}$ = nilai rata-rata dari data sampel
 X_i = curah hujan ke i
 S = standar deviasi

Tabel 1. Karakteristik Distribusi Frekuensi

Jenis distribusi frekuensi	Syarat distribusi
Distribusi Normal	$C_s = 0$ dan $C_k = 3$
Distribusi Log Normal	$C_s > 0$ dan $C_k > 3$
Distribusi Gumbel	$C_s = 1,139$ dan $C_k = 5,402$
Distribusi Log-Person III	Selain dari nilai diatas

Sumber : Suripin (2004)

2.3.2.2 Analisis Distribusi

Analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang. Ada empat macam seri data yang dipergunakan dalam analisis frekuensi yaitu:

1 Distribusi Log Person III

Distribusi log pearson tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai extrem. Cara yang dianjurkan dalam pemakaian distribusi log person adalah dengan mengkonversikan rangkaian datanya menjadi logaritmis.

Menurut suripin (2004), Langkah-langkah dalam perhitungan curah hujan rencana berdasarkan perhitungan Log Person Type III sebagai berikut:

- Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $X = \log X$
- Hitung rata-rata logaritma:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_i^n X_i \quad (14)$$

- Hitung simpangan baku

Rumus dapat dilihat pada simpangan baku (S)

- Hitung koefisien kemencengan

Rumus dapat dilihat pada Koefisien *Skewness* (G)

- Hitung logaritma curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K.S \quad (15)$$

Keterangan :

LogX = Rata-rata logaritma

Sd = Simpangan baku

K = Konstanta (dari tabel 2)

Besarnya harga K berdasarkan nilai G dan tingkat probabilitasnya dapat dilihat pada Tabel 2 Nilai K_T

Tabel 2. Nilai K_T untuk Distribusi Log-Person III

Koef. G	Periode ulang (Tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang(%)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3	-0.667	-0.636	-0.396	0.42	1.18	2.278	3.152	4.051
2.8	-0.714	-0.666	-0.384	0.46	1.21	2.275	3.144	3.973
2.6	-0.769	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	2.889
2.4	-0.832	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.8
2.2	-0.905	-0.752	-0.33	0.574	1.284	2.24	2.97	3.705
2	-0.99	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.192	3.605
1.8	-1.087	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499
1.6	-1.197	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.78	3.388
1.4	-1.318	-0.832	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.076	3.271
1.2	-1.449	-0.844	-0.195	0.732	1.34	2.087	2.626	3.149
-1	-3.022	-0.758	0.164	0.852	1.086	1.366	1.492	1.588
-1.2	-2.149	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449
-1.4	-2.271	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.198	1.27	1.318
-1.6	-2.238	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197
-1.8	-3.499	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.305	1.069	1.087
-2	-3.065	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.959	0.98	0.99
-2.2	-3.705	-0.674	0.33	0.752	0.844	0.888	0.9	0.905
-2.4	-3.8	-0.532	0.351	0.725	0.795	0.823	0.823	0.832

Sumber: Suripin (2004)

2 Distribusi Log Normal

Distribusi log normal dipakai jika nilai-nilai dari variabel random tidak mengikuti distribusi normal, tetapi nilai logaritmanya memenuhi distribusi normal, Triatmodjo (2006). Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Persamaan distribusi log normal dapat ditulis dengan:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + K_T S \quad (16)$$

Keterangan :

Y_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

$\bar{Y}$ = Nilai rata-rata hitung variat

S = deviasi standar nilai variat

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang.

Nilai K_T dapat dilihat pada Tabel 3 : Nilai Variabel Reduksi Gauss

Tabel 3. Nilai Variabel Reduksi Gauss

No	Periode Ulang, T (Tahun)	Peluang	KT
1	1,001	0,999	-3,05
2	1,005	0,995	-2,58
3	1,010	0,990	-2,33
4	1,050	0,950	-1,64
5	1,110	0,900	-1,28
6	1,250	0,800	-0,84
7	1,330	0,750	-0,67
8	1,430	0,700	-0,52
9	1,670	0,600	-0,25
10	2,000	0,500	0
11	2,500	0,400	0,25
12	3,330	0,300	0,52
13	4,00	0,250	0,67
14	5,000	0,200	0,84
15	10,000	0,100	1,28
16	20,000	0,050	1,64
17	50,000	0,020	2,05
18	100,000	0,010	2,33
19	200,000	0,005	2,58
20	500,000	0,002	2,88
21	1,000,000	0,001	3,09

Sumber: Suripin (2004)

3 Distribusi Gumbel

Distribusi gumbel banyak digunakan untuk menganalisis pada data maksimum. Cara ini digunakan apabila data curah hujan yang didapat lengkap, sehingga diperoleh perhitungan hujan rata rata sesuai dengan jumlah tahun pengamatan. Bentuk dari persamaan distribusi Gumbel dapat ditulis sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + K.Sd \quad (17)$$

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dinyatakan dalam persamaan :

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (18)$$

Keterangan :

Xt = Besarnya curah hujan untuk t tahun (mm)

Sd = Standar deviasi (mm)

K = faktor frekuensi

Yt = *reduced variate*

Yn = *reduced mean*

Sn = *reduced standard*

Untuk mempermudah perhitungan, nilai *reduced standard* (Sn), *reduced mean* (Yn), dan *reduced variate* (Yt) umumnya sudah tersedia dalam tabel. Berikut tabel dari nilai Sn, Yn, dan Yt.

Tabel 4. *Reduced mean (Y_n)*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber: Suripin (2004)

Tabel 5. *Reduced standart deviation (S_n)*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Sumber: Suripin (2004)

Tabel 6 : Reduced variate (Y_t)

Periode Ulang	<i>Reduced Variate</i>	Periode Ulang	<i>Reduced Variate</i>
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Sumber: Suripin (2004)

4 Distribusi Normal

Distribusi normal disebut pula distribusi Gauss. Dalam perhitungan frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi normal dapat mengikuti persamaan sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (19)$$

Keterangan :

X_T = perkiraan nilai yang terjadi dengan periode ulang T-tahunan.

$\bar{X}$ = nilai rata-rata hitung variat.

S = deviasi standar nilai variat.

K_T = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang.

Untuk mempermudah perhitungan, nilai faktor frekuensi (K_T) umumnya sudah tersedia dalam tabel reduksi *Gauss* Tabel 3 Nilai Variabel Reduksi *Gauss*

2.3.2.3 Uji sebaran distribusi

Untuk mengontrol pemilihan metode distribusi yang telah dihitung diperlukannya pengujian kecocokan dalam perhitungan distribusi hujan itu sendiri. Uji sebaran distribusi ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah distribusi yang dipilih dapat digunakan atau tidak untuk serangkaian data yang tersedia. Jika pengujian telah memenuhi syarat tersebut perlu diuji kecocokan distribusi dengan beberapa metode. Dalam pengujian sebaran terdapat 2 cara yaitu, pengujian parameter uji *Chi-Square* dan pengujian parameter uji *Smirnov-Kolmogorov*, Linsley (1986).

1 Pengujian dengan *Smirnov - Kolmogorov*

Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu, suripin (2004). Untuk menentukannya dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- i. Urutan data dari kecil ke besar dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut:

$$X_1 = P(X_1), X_2 = P(X_2), X_3 = P(X_3), \text{ dan seterusnya.}$$

- ii. Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya):

$$X_1 = P'(X_1), X_2 = P'(X_2), X_3 = P'(X_3), \text{ dan seterusnya.}$$

- iii. Menghitung peluang empiris (S_n) dengan rumus *Weibull*

$$S_n = m/(n + 1) \quad (20)$$

Keterangan :

$S_n(x)$ = posisi data x menurut data pengamatan

m = nomor urut data

n = banyaknya data

- iv. Menghitung peluang teoritis (P_t) dengan rumus:

$$P_t = 1 - P_r \quad (21)$$

Keterangan :

P_r = probabilitas yang terjadi

- v. Simpangan maksimum (Δ_{maks})

$$\Delta_{maks} = |P_x(x) - S_n(x)| \quad (22)$$

- vi. Menentukan nilai Δ_{cr}

- vii. Menyimpulkan hasil perhitungan, yaitu apabila $\Delta < \Delta_{cr}$ maka distribusi terpenuhi dan apabila $\Delta > \Delta_{cr}$ maka distribusi tidak terpenuhi.

Berdasarkan tabel nilai kritis *Smirnov – Kolmogorof test* tentukan harga Δ seperti ditunjukkan pada tabel Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Δ kritis Uji Smirnov Kolgomorov

Jumlah Data	α derajat kepercayaan			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
$n > 50$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

Sumber: Suripin (2004)

2 Pengujian dengan *Chi - Square*

Uji *Chi-Square* digunakan untuk menguji distribusi pengamatan, apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang di uji atau tidak. Pengambilan keputusan ini menggunakan parameter X^2 , maka dalam menentukan uji *Chi-Square* ada beberapa tahap yang harus dilakukan. Tahapan yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut :

- i. Menghitung jumlah kelas :

$$K = 1 + 3,322 \log n \quad (23)$$

Keterangan :

K = Jumlah kelas

n = Banyaknya data

- ii. Membuat kelompok-kelompok kelas sesuai dengan jumlah kelas.

- iii. Menghitung frekuensi pengamatan $O_i = n/\text{jumlah kelas}$.

- iv. Mencari besarnya curah hujan yang masuk dalam batas kelas (E_j).

- v. Nilai dari parameter X^2 itu dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (24)$$

Keterangan :

X_h^2 = Nilai Chi-Kuadrat

n = Jumlah sub-kelompok dalam satu grup (jumlah kelas)

O_i = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

E_i = Frekuensi yang diharapkan sesuai pembagian kelasnya

- vi. Menentukan X^2 dari tabel dengan menentukan taraf signifikan (α) dan derajat kebebasan (D_k) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$D_k = K - (p + 1) \quad (25)$$

Keterangan :

D_k = derajat kebebasan

K = jumlah kelas

P = banyaknya parameter untuk Uji-Square adalah 2 (nilai R=2 untuk distribusi normal dan binominal).

Menyimpulkan hasil dari tabel perhitungan X_h^2 Hitung $X_h^2 < X^{2cr}$ maka distribusi terpenuhi dan apabila nilai hitung $X_h^2 > X^{2cr}$ maka distribusi tidak terpenuhi. Untuk melihat nilai distribusi yang tertera pada tabel Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square, Montarcih (2009).

Tabel 8. Nilai kritis untuk distribusi Chi-Square, Montarcih (2009)

DK	α derajat kepercayaan							
	$t_{0,995}$	$t_{0,99}$	$t_{0,975}$	$t_{0,95}$	$t_{0,05}$	$t_{0,025}$	$t_{0,01}$	$t_{0,005}$
1	0,39	0,16	0,098	0,393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,100	0,201	0,506	0,103	5,991	6,783	9,210	10,597
3	0,717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	24,995
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,598
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,884	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,852
20	7,434	8,260	9,591	10,851	34,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,497	38,982	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,298	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,264	42,920	45,558
25	10,52	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,920

Sumber: Montarcih (2009)

2.3.2.4 Intensitas curah hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Maka daripada itu akan dijelaskan teori perhitungan debit rencana, yakni perhitungan curah hujan dengan jangka waktu yang bervariasi untuk menentukan suatu volume debit saluran. Untuk menentukan intensitas hujan adalah dengan menggunakan rumus-rumus empiris yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan

dengan lamanya hujan. Perhitungan intensitas curah hujan rencana dipergunakan metode “Mononobe” dengan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (26)$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} I &= \text{Intensitas hujan (mm/jam)} \\ R_{24} &= \text{curah hujan maksimum harian selama 24 jam (mm)} \\ tc &= \text{lamanya hujan / waktu konsentrasi (jam)} \\ Tc &= \frac{l}{w} \end{aligned} \quad (27)$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} l &= \text{Panjang Saluran (mm/jam)} \\ tc &= \text{lamanya hujan / waktu konsentrasi (jam)} \\ w &= 72 \times \left(\frac{H}{L} \right)^{0,6} \end{aligned} \quad (28)$$

Keterangan :

L = Panjang sungai/saluran (km)
H = beda tinggi

2.3.2.5 Koefisien limpasan (C)

Koefisien pengaliran (C) adalah perbandingan antara jumlah aliran dengan jumlah curah hujan. Faktor utama yang mempengaruhi koefisien adalah laju infiltrasi tanah, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan. Selain itu juga tergantung pada sifat dan kondisi tanah, air tanah, derajat kepadatan tanah, porositas tanah, dan simpanan depresi. Untuk besarnya nilai koefisien aliran permukaan dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 9. Koefisien limpasan untuk Metode Rasional

Deskripsi lahan / karakter permukaan	Koefisien Aliran (c)
Business	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan	
rumah tunggal	0,30 – 0,50
multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
Industri	

Ringan	0,50 – 0,80
Berat	0,60 – 0,90
Perkerasan	
aspal dan beton	0,70 – 0,65

Sumber : Suripin (2004).

2.3.2.6 Debit rencana

Debit rencana adalah debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan. Perencanaan debit rencana untuk drainase perkotaan dan jalan raya dihadapi dengan persoalan tidak tersedianya data aliran. Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh dari hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya (metode rasional).

Tabel berikut ini menyajikan standar desain saluran drainase berdasarkan pedoman drainase perkotaan dan standar desain teknis.

Tabel 10. Standar Desain Saluran Drainase

Luas DAS (ha)	Periode ulang tahun (T)	Metode Perhitungan Debit Banjir
<10	2	Rasional
10-100	2 – 5	Rasional
101-500	5 – 20	Rasional
>500	10 – 25	Hidrograf Satuan

Sumber : Suripin (2004)

Perhitungan debit rencana dapat dilakukan dengan beberapa metode. Berikut ini adalah penjelasan dari metode rasional :

1 Metode rasional

Metode Rasional dapat diartikan sebagai suatu pengaliran maksimum yang terjadi jika lama waktu curah hujan sama dengan waktu konsentrasi daerah alirannya. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$Q = 0,278.C.I.A \quad (29)$$

Keterangan :

Q = Debit (m³/debit)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

2.4 Analisis Hidraulika

Analisa Hidrolika bertujuan untuk menentukan acuan yang digunakan dalam menentukan dimensi hidrolis dari saluran drainase maupun bangunan pelengkap lainnya dimana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun saluran tertutup.

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun saluran tertutup. Pada aliran saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas. Permukaan bebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung. Sedangkan pada aliran saluran tertutup tidak terdapat permukaan yang bebas, hal ini dikarenakan seluruh saluran diisi oleh air. Pada aliran saluran tertutup permukaan air secara tidak langsung dipengaruhi oleh tekanan udara luar kecuali hanya oleh tekanan hidraulika yang ada dalam aliran saja. Pada aliran terbuka untuk penyederhanaan dianggap bahwa aliran sejajar, kecepatan beragam dan kemiringan kecil. Dalam hal ini permukaan air merupakan garis derajat hidraulika dan dalam air sama dengan tinggi tekanan. Meskipun kedua jenis aliran hampir sama, penyelesaian masalah aliran dalam saluran terbuka jauh lebih sulit dibandingkan dengan aliran pipa tekan. Hal ini disebabkan karena permukaan air bebas cenderung berubah sesuai dengan waktu, ruang dan juga bahwa kedalam aliran, debit, kemiringan dasar saluran dan kedudukan permukaan bebas saling bergantung satu sama lainnya. Aliran dalam suatu saluran tertutup tidak selalu merupakan aliran pipa.

2.4.1 Kapasitas Penampang Saluran

Menurut Triadmodjo (1993), Perhitungan kapasitas saluran didasarkan pada debit yang harus ditampung oleh saluran (Q_s dalam m^3/det) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana (Q_T dalam m^3/det). Kondisi demikian dapat dirumuskan secara matematik :

$$Q_s \geq Q_T \quad (30)$$

1 Perhitungan Debit

Besarnya debit yang mampu ditampung oleh saluran yang direncanakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q_s = A \cdot V \quad (31)$$

Keterangan :

Q = Debit Aliran Pada Saluran (m^3/det).

A = Luas Penampang Basah (m^2).

V = Kecepatan Aliran (m/det).

– Mencari luas penampang (A)

$$A = b \cdot h \quad (32)$$

Keterangan :

A = Luas penampang basah saluran (m²)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Kedalaman saluran (m)

- Mencari kecepatan aliran (V)

Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran dapat ditentukan menggunakan rumus Manning. Rumus Manning yang banyak digunakan pada pengaliran di saluran terbuka, juga berlaku untuk pengaliran di pipa/tertutup. Rumus tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (34)$$

Keterangan :

V = Kecepatan Aliran (m/det).

n = Koefisien Kekasaran Manning (pada **Tabel 11**)

R = Jari-Jari Hidrolis (m).

S = Kemiringan Dasar Saluran

Tabel 11 : Koefisien kekasaran manning (n)

No.	Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
1	Besi tuang lapis	0,014
2	Kaca	0,010
3	Saluran beton	0,013
4	Bata dilapis mortar	0,015
5	Pasangan batu disemen	0,025
6	Saluran tanah bersih	0,022
7	Saluran tanah	0,030
8	Saluran dengan dasar baru dan tebing rumput	0,040
9	Saluran pada galian batu padas	0,040

Sumber :Triadmodjo (1993)

- i. Untuk mencari jari-jari hidrolis (R) dapat digunakan dengan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{A}{P} \quad (35)$$

Keterangan :

R = Jari – jari hidrolis (m)

A = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah (m)

Nilai keliling basah (P) dapat menggunakan rumus :

$$P = (2 \times h) + b \quad (36)$$

Keterangan :

P = Keliling basah (m)

h = Kedalaman saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

- ii. Untuk mencari kemiringan dasar saluran (S) dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$S = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\% \quad (37)$$

Keterangan :

S = Kemiringan dasar saluran

t_1 = Elevasi di titik awal/bagian tinggi (m)

t_2 = Elevasi di bagian akhir/bagian rendah (m)

L = Panjang saluran dari titik awal ke akhir (m)

2.4.2 Software Hec-Ras

Seiring berkembangnya teknologi komputer, maka analisis hidraulika dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan program-program yang diciptakan khusus untuk bidang ilmu hidrologi seperti HEC-RAS. HEC-RAS merupakan program aplikasi yang diberikan oleh us army corps of engineers. HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center, River Analysis System*) merupakan aplikasi yang difokuskan untuk analisa hidraulika pada sungai (*River Analysis System*). Analisis yang dapat dilakukan menggunakan HEC-RAS adalah analisis aliran seragam (*steady*), aliran tak seragam (*unsteady*), dan transportasi sedimen (*sediment transport*). Dalam HEC-RAS untuk kumpulan data tergabung di dalam proyek sistem saluran, dimana program HEC-RAS dapat dijalankan dengan berbagai macam tipe analisa tentang pemodelan untuk formulasi rencana yang berbeda.

Secara umum *software* hec-ras menyediakan fungsi-fungsi sebagai berikut:

- a) Manajemen File.
- b) Input data dan pengeditan.
- c) Analisa Hidraulika.
- d) Keluaran (tabel, grafik dan gambar).

BAB III

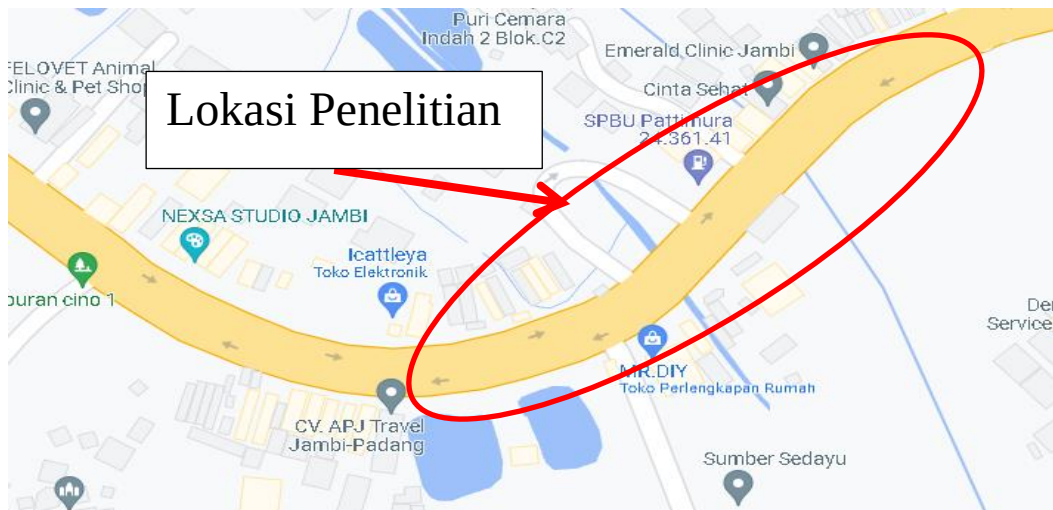
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah diurai pada Bab 1, maka diperlukannya metodologi yang tepat untuk menyelesaikannya. Metodologi yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian dengan tujuan untuk memperoleh hasil berupa angka. Metode kuantitatif dapat diartikan juga pengolahan data atau analisa perhitungan secara matematis berdasarkan temuan atau data yang didapat pada saat pengamatan langsung dilokasi penelitian.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Jalan Kapten Pattimura, Telanaipura Kota Jambi. Objek penelitian termasuk saluran tersier di sepanjang ruas jalan dengan dimensi saluran berbeda-beda pada setiap ruas nya. Titik lokasi penelitian yaitu $1^{\circ}37'15''\text{S}$ $103^{\circ}34'29''\text{E}$. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 15. Lokasi penelitian

Sumber : <https://www.google.com/maps/@-1.6209181,103.574526,17.29z?entry=ttu>
(2023)

3.3 Data Penelitian

Penelitian analisis drainase ini memerlukan data hidrologi dan hidraulika untuk menyelesaikan penelitian. Data yang diperlukan pada penelitian yaitu data primer dan data sekunder.

3.1.1 Primer

Data primer didapatkan secara langsung survei lokasi eksisting drainase. Adapun data primer yang diperlukan pada penelitian ini yaitu dimensi eksisting saluran.

a) Data geometri saluran

Data ini berupa ukuran dari saluran pada ruas jalan (kanan-kiri) yang memiliki ukuran beragam yang didapat dari observasi langsung dititik lokasi penelitian. Data yang didapat berupa tabel.

b) Data aliran

Data ini berupa arah aliran air dari setiap saluran tersier menuju saluran sekunder yang berada pada lokasi penelitian.

3.1.2 Sekunder

Data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau laporan historis yang telah direkap. Data sekunder bisa didapatkan pada instansi pemerintah atau studi terdahulu. Adapun data sekunder yang diperlukan sebagai berikut:

a) Data curah hujan

Data curah hujan diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatra VI Provinsi Jambi. Untuk data curah hujan pada penelitian ini menggunakan periode tahun 2013 – 2022.

b) Peta lokasi penelitian

Peta lokasi penelitian diperoleh dari *google earth/maps*.

c) Data kemiringan

Data kemiringan pada analisis drainase sangat dibutuhkan untuk mengetahui kemiringan atau titik hulu dan hilir saluran pada lokasi penelitian. Data didapat dari *google earth*.

3.4 Tahapan Penelitian

Untuk menganalisis suatu drainase tahapan penelitian yang akan dilakukan yaitu sebagai berikut :

3.4.1 Analisis Hidrologi

a) Analisis data hujan

Analisa ini untuk memperoleh curah hujan dengan periode ulang 2, 5, dan 10 tahun. Data hujan yang didapat dari BWSS VI. Pada analisis ini digunakan beberapa metoda analisis distribusi untuk memperkirakan curah hujan dengan tahun periode ulang tertentu. Metode yang digunakan yaitu sebagai berikut :

- Metode Distribusi Gumbel
Perhitungan distribusi gumbel dapat menggunakan rumus pada persamaan 17
- Metode Distribusi Normal
Perhitungan distribusi normal dapat menggunakan rumus pada persamaan 19
- Metoda Distribusi Log Normal
Perhitungan distribusi log normal dapat menggunakan rumus pada persamaan 16
- Metoda Distribusi *Log Pearson Type III*
Perhitungan distribusi gumbel dapat menggunakan rumus pada persamaan 15

Setelah dilakukan perhitungan sesuai dengan persamaan sebelum dilakukannya penentuan jenis sebaran maka akan dipilih salah satu untuk menentukan distribusi yang tepat sesuai dengan syarat-syarat batas setiap metode distribusi berdasarkan tabel 1.

b) Uji sebaran Distribusi

Setelah melakukan perhitungan dengan beberapa model distribusi selanjutnya dilakukannya uji kecocokan distribusi. Uji sebaran terdapat 2 cara yaitu, pengujian parameter uji chi kuadrat dan pengujian parameter uji *Smirnov-Kolmogorov* Linsley (1986).

c) Menghitung Intensitas curah hujan

Perhitungan intensitas curah hujan rencana dipergunakan metode Mononobe yang dapat dilihat pada persamaan 26

3.4.2 Analisis hidraulika

Analisa hidraulika yang dilakukan yaitu menghitung debit aliran eksisting dan debit aliran rencana dapat dihitung menggunakan metode rasional.

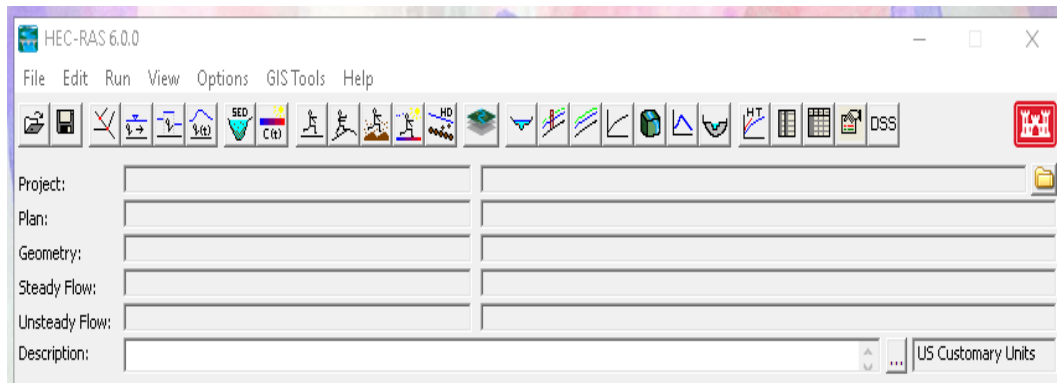
3.4.3 Permodelan *software* Hec-Ras

Berikut langkah- langkah dalam pemodelan hec-ras yang dilakukan dalam penelitian ini :

- a) Klik dua kali *icon* HEC-RAS pada desktop untuk membuka program. Setelah itu akan muncul menu utama dari Hec-Ras.

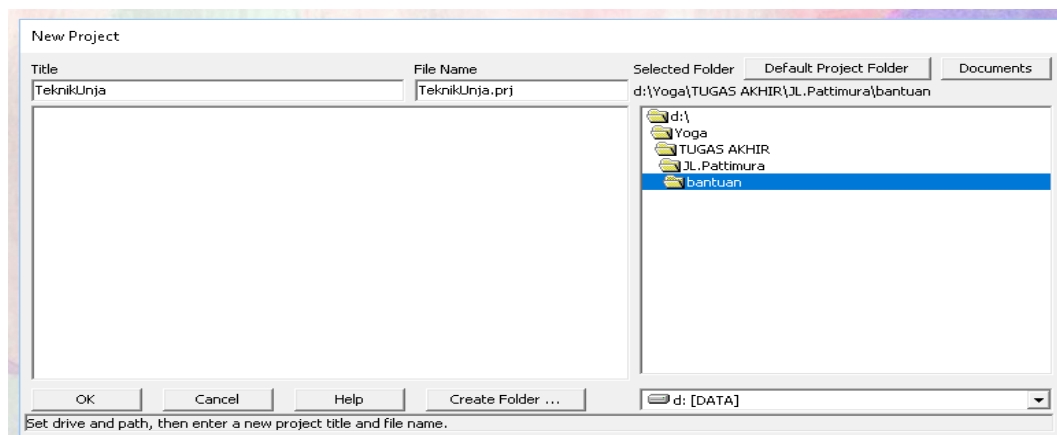


Ikon HEC-RAS

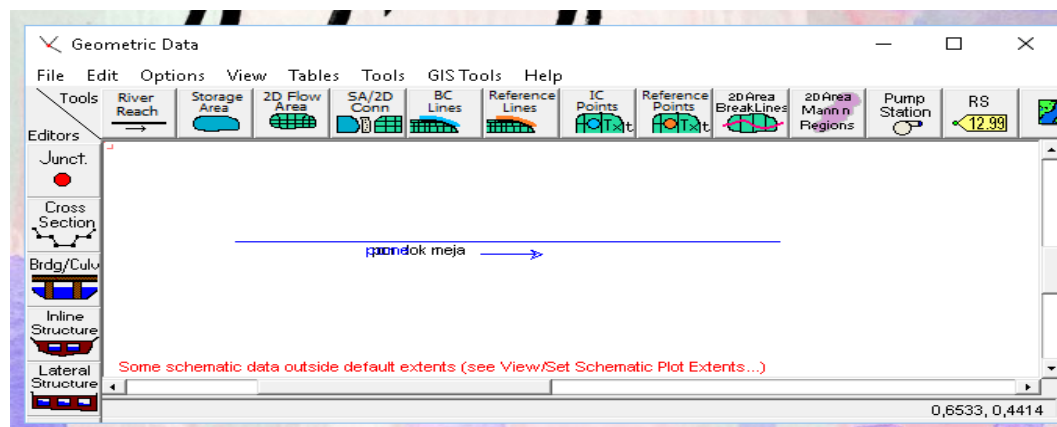


Menu Utama HEC-RAS

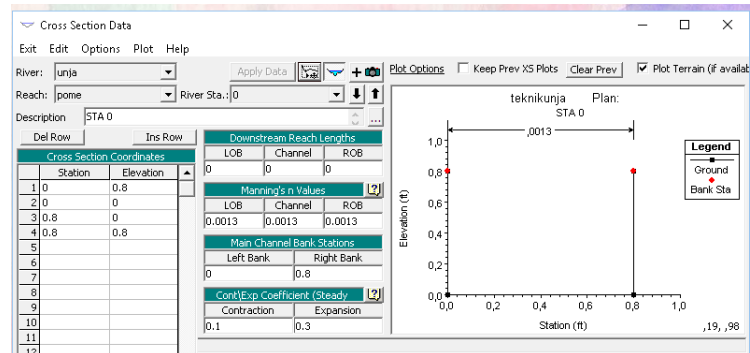
- b) Pada menu utama klik *file* -> *new project* -> tentukan judul *project* -> klik OK. Ini akan membuat file project Hec-Ras.



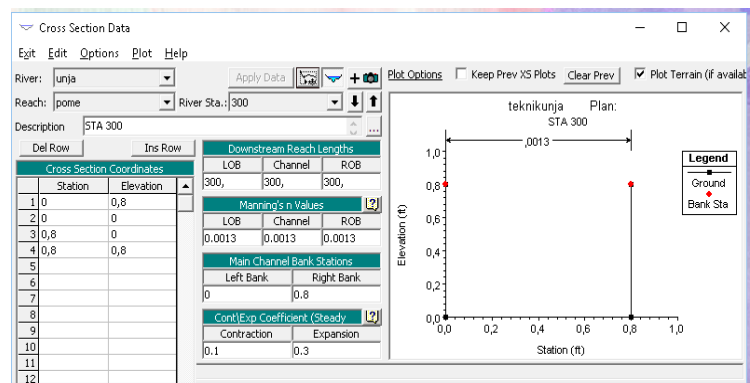
- c) Langkah selanjutnya klik menu edit -> geometrik data -> klik menu *river reach*. Langkah ini untuk menggambar arah aliran atau skema saluran dari hulu ke hilir.



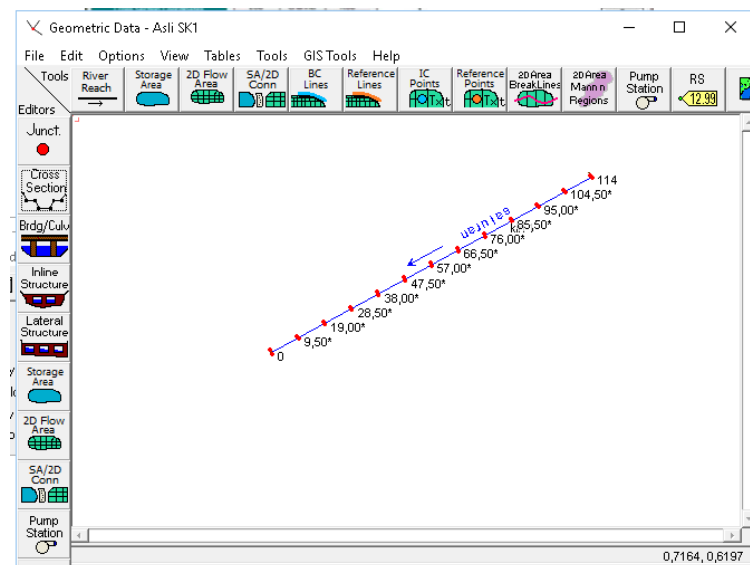
- d) Setelah membuat skema saluran kemudian memasukkan data pengukuran penampang sungai dari hulu hingga hilir ke dalam cross section data.



Tampilan Geometric Data saluran STA 0

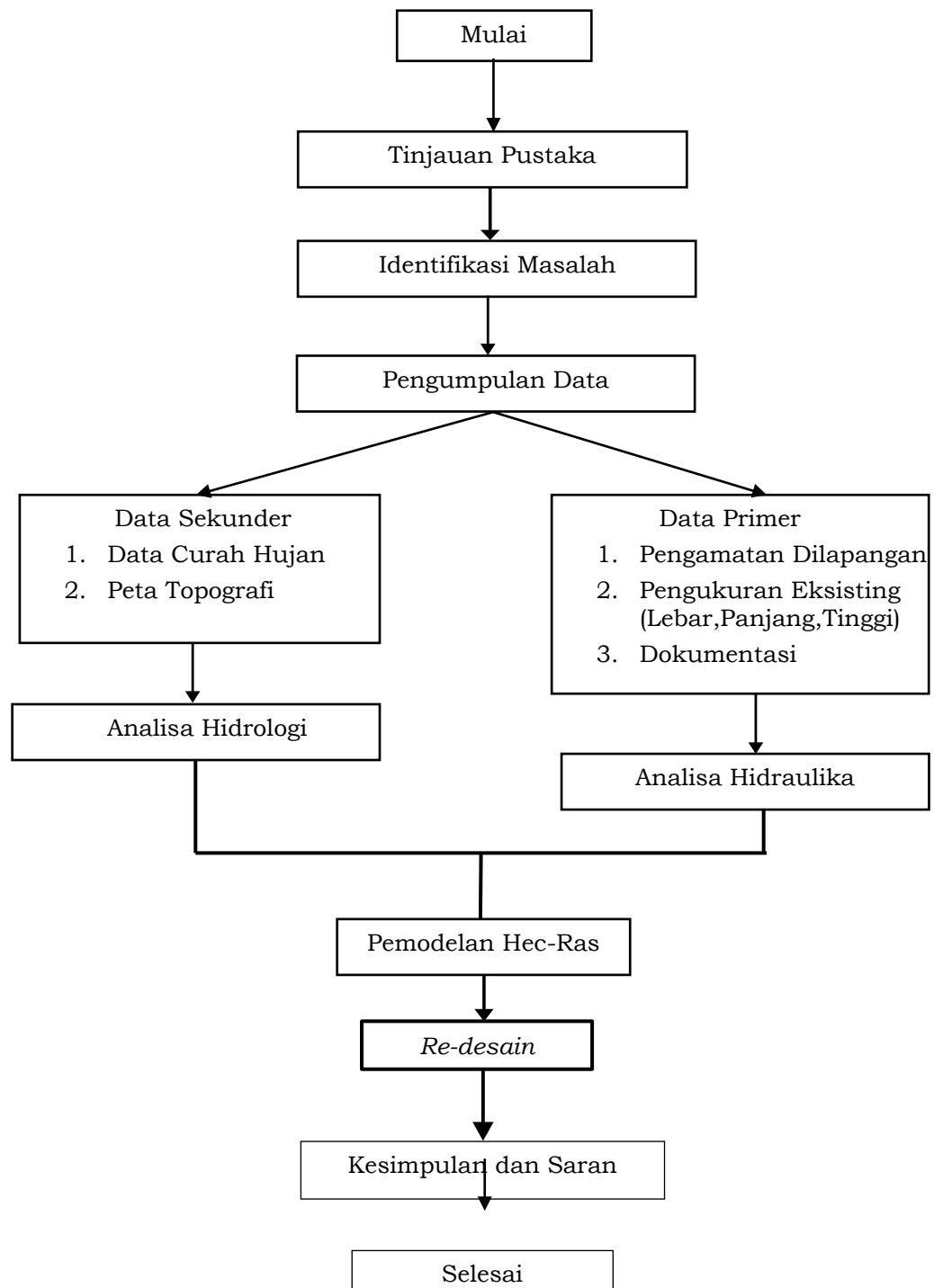


Tampilan Geometric Data saluran STA 300



Contoh model geometrik saluran

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 16 : Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi dan Analisis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data curah hujan dan data geometri saluran. Data curah hujan diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera VI (BWSS VI) berupa curah hujan periode tahun 2013-2022. Data geometri saluran eksisting didapat dari pengukuran langsung dilapangan.

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini ada dua yaitu analisis hidrologi dan analisis hidrolika. Analisis hidrologi dilakukan guna menghitung besarnya curah hujan daerah, menghitung curah hujan rencana dengan menentukan metode distribusi hujan mana yang akan dipakai sesuai dengan syarat penggunaannya. Analisis hidrologi selanjutnya akan dipakai untuk melakukan perhitungan analisis hidrolika, yang mana analisis hidrolika ini berguna untuk menghitung debit aliran rencana yang selanjutnya akan disimulasikan alirannya menggunakan *software* HEC-RAS sesuai ukuran geometri saluran yang telah didapat.

4.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi digunakan untuk menghitung curah hujan daerah dan curah hujan rencana 2, 5, dan 10 tahun serta mendapatkan curah hujan maksimum di Kota Jambi.

4.2.1 Perhitungan Curah Hujan

Untuk perhitungan curah hujan dibutuhkan data curah hujan harian yang kemudian didapat curah hujan harian maksimum. Pada penelitian ini yang dibutuhkan untuk perhitungan analisis hidrologi ialah data curah hujan bulanan dengan hasil olahan berupa data curah hujan rata-rata harian disetiap bulannya. Data curah hujan harian diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Sumatera VI (BWSS VI) Stasiun Simpang III Sipin periode tahun 2013-2022 dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Data Curah Hujan Bulanan Periode 2013-2022

NO	TAHUN	BULAN											
		JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES
1	2013	149	215	451	106	203	77	109	102	226	151	152	194
2	2014	51	0	39	241	148	87	98	197	48	104	142	207
3	2015	128	91	109	186	166	60	86	0	0	14	186	218
4	2016	131	321	108	245	171	61	58	255	63	92	293	158
5	2017	200	222	145	355	374	296	67	101	155	163	426	164
6	2018	149	206	285	251	316	163	40	108	185	191	534	318
7	2019	203	245	215	349	179	144	10	23	60	195	204	155
8	2020	180	226	182	349	163	144	190	126	251	548	427	287
9	2021	134	34	339	185	205	106	210	154	324	293	265	278
10	2022	246	229	305	182	305	207	237	348	131	362	367	195

Sumber : Balai Wilayah Sungai Sumatera VI (BWSS VI) Stasiun Simpang III Sipin

Dari data yang ada pada tabel 13 maka diperoleh data curah hujan bulanan Kota Jambi yang kemudian akan diubah menjadi data curah hujan harian rata-rata setiap bulannya dengan cara membagi data curah hujan bulanan di tiap bulan dengan jumlah hari dalam satu bulannya. Data curah hujan harian rata-rata tersebut dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Data Curah Hujan Harian Rata-Rata Periode 2013-2022

NO	TAHUN	BULAN											
		JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES
1	2013	4,8	7,7	14,5	3,5	6,5	2,6	3,5	3,3	7,5	4,9	5,1	6,3
2	2014	1,6	0,0	1,3	8,0	4,8	2,9	3,2	6,4	1,6	3,4	4,7	6,7
3	2015	4,1	3,3	3,5	6,2	5,4	2,0	2,8	0,0	0,0	0,5	6,2	7,0
4	2016	4,2	11,1	3,5	8,2	5,5	2,0	1,9	8,2	2,1	3,0	9,8	5,1
5	2017	6,5	7,9	4,7	11,8	12,1	9,9	2,2	3,3	5,2	5,3	14,2	5,3
6	2018	4,8	7,4	9,2	8,4	10,2	5,4	1,3	3,5	6,2	6,2	17,8	10,3
7	2019	6,5	8,8	6,9	11,6	5,8	4,8	0,3	0,7	2,0	6,3	6,8	5,0
8	2020	5,8	7,8	5,9	11,6	5,3	4,8	6,1	4,1	8,4	17,7	14,2	9,3
9	2021	4,32	1,17	10,94	6,17	6,61	3,53	6,77	4,97	10,80	9,45	8,83	8,97
10	2022	7,94	8,18	9,84	6,07	9,84	6,90	7,65	11,23	4,37	11,68	12,23	6,29

Sumber : Perhitungan 2023

Dari data yang ada pada tabel 14, curah hujan harian rata-rata tertinggi terjadi pada bulan November tahun 2018 sebesar 17,8 mm, sedangkan curah hujan harian rata-rata terendah terjadi pada bulan Februari tahun 2014 dan pada bulan Agustus September tahun 2015 sebesar 0 mm.

Data curah hujan yang akan digunakan untuk perhitungan mencari curah hujan rencana ialah data curah hujan harian maksimum pertahun yang dapat dilihat pada tabel 15.

Tabel 15. Data Curah Hujan Harian Maksimum Periode 2013-2022

NO	TAHUN	BULAN												Xi (mm)
		JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGT	SEP	OKT	NOV	DES	
1	2013	29	42	54	32	39	28	47	47	84	72	54	91	91
2	2014	25	21,06	39	60	74	49	29	57	48	32	33	76	76
3	2015	57	37	42	39	85	41	44	23,3	50,3	14	42	77	85
4	2016	38	64	42	40	56	24	28	70	16	25	57	55	70
5	2017	58	86	45	89	66	135	25	32	34	44	68	38	135
6	2018	46	60	88	44	115	60	40	55	77	50	105	84	115
7	2019	86	39	51	71	56	49	7	22	15	45	52	57	86
8	2020	37	39	51	71	56	49	72	61	50	91	65	125	125
9	2021	40	11	116	63	84	67	109	41	91	140	72	80	140
10	2022	75	47	93	85	103	67	80	86	32	53	108	57	108

Sumber : Balai Wilayah Sungai Sumatera VI (BWSS VI) Stasiun Simpang III Sipin

Kolom yang diwarnai hijau merupakan data kosong sebelumnya. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan persamaan metode perbandingan normal sebagai berikut :

$$PA = \frac{1}{n} \left(\frac{NA}{N_1} \times P_1 + \frac{NA}{N_2} \times P_2 + \dots \frac{NA}{N_n} \times P_n \right)$$

Keterangan :

PA = Hujan Yang Diperkirakan Pada Stasiun A

NA = Jumlah Hujan Tahunan Normal Pada Stasiun A

P₁, P₂...P_n = Hujan Pada Saat Yang Sama Dengan Yang Diperkirakan Pada Stasiun 1,2,...n

N₁, N₂... N_n = Jumlah Hujan Tahunan Normal Dengan Stasiun Berdekatan

Data yang didapat pada stasiun terdekat yaitu BMKG Muaro Jambi dan BMKG Sultan Thaha Jambi yang mana data diperlukan untuk mengisi data kosong stasiun BWSS bulan februari 2014 dan agustus,september 2015. Data yang didapat sebagai berikut :

Tabel 16. Data Curah Hujan Stasiun Terdekat

Tahun (Bulan)	STASIUN CURAH HUJAN				
	BMKG Muaro Jambi		BMKG Sultan Thaha Jambi		BWSS
	N1	P1	N2	P2	
2014 (Feb)	531,6	9,8	2093,6	26,2	1361
2015 (Ags)	490,9	8,3	1819,6	37,4	1244
2015 (Sep)	490,9	10	1819,6	110	1244

Sumber : Perhitungan 2023

$$\text{Perhitungan Februari (2014)} : \frac{1}{2} \left(\frac{1361}{531,6} \times 9,8 + \frac{1361}{2093,6} + 26,2 \right) = 21,06$$

$$\text{Perhitungan Agustus (2015)} : \frac{1}{2} \left(\frac{1244}{490,9} \times 8,3 + \frac{1244}{1819,6} + 37,4 \right) = 23,3$$

$$\text{Perhitungan September (2015)} : \frac{1}{2} \left(\frac{1244}{490,9} \times 10 + \frac{1244}{1819,6} + 110 \right) = 50,3$$

4.2.2 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana dapat dilakukan dengan beberapa metode, berikut adalah perhitungan dari masing-masing metode perhitungan.

1. Metode Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel

Hasil perhitungan dengan metode distribusi normal dan distribusi gumbel dapat dilihat pada tabel 16.

Tabel 17. Perhitungan Curah Hujan Dengan Metode Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel

No	TAHUN	Xi (mm)	$(Xi - \bar{X})$	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Xi - \bar{X})^3$	$(Xi - \bar{X})^4$
1	2013	91	-12,1	146,41	-1771,56	21435,888
2	2014	76	-27,1	734,41	-19902,5	539358,05
3	2015	85	-18,1	327,61	-5929,74	107328,31
4	2016	70	-33,1	1095,61	-36264,7	1200361,3
5	2017	135	31,9	1017,61	32461,76	1035530,1
6	2018	115	11,9	141,61	1685,159	20053,392
7	2019	86	-17,1	292,41	-5000,21	85503,608
8	2020	125	21,9	479,61	10503,46	230025,75
9	2021	140	36,9	1361,61	50243,41	1853981,8
10	2022	108	4,9	24,01	117,649	576,4801
N=10						
Jumlah (Σ)		1031		5620,9	26142,72	5094154,7
$\bar{X}$		103,1				

Sumber : Perhitungan 2023

Keterangan : X_i = Curah Hujan Maksimum (mm)

$\bar{X}$ = Curah Hujan Rata-rata (mm)

Perhitungan pada tabel 16 dapat diketahui sebagai berikut :

1. Perhitungan Hujan Rata-Rata

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X_i}{N} = \frac{1031,00}{10} = 103,1 \text{ mm}$$

2. Perhitungan : $(X_i - \bar{X})$ = -12,1

$$(X_i - \bar{X})^2 = 146,41$$

$$(X_i - \bar{X})^3 = -1771,56$$

$$(X_i - \bar{X})^4 = 21435,89$$

a. Pengukuran Dispersi, Pada distribusi normal dan distribusi gumbel sebagai berikut :

1. Standar Deviasi, perhitungan menggunakan persamaan 10 :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{5620,90}{10-1}} = 24,99$$

2. Koefisien Variasi, perhitungan menggunakan persamaan 11 :

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} = \frac{24,99}{103,1} = 0,24238$$

3. Koefisien *Skewness*, perhitungan menggunakan persamaan 12 :

$$\begin{aligned} Cs &= \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(Sd)^3} \\ &= \frac{10 \times 26142,72}{(10-1)(10-2)(24,99)^3} \\ &= \frac{261427,2}{1123650,54} \\ &= 0,2326 \end{aligned}$$

4. Koefisien Kurtosis, perhitungan menggunakan persamaan 13 :

$$\begin{aligned} Ck &= \frac{n \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(Sd)^4} \\ &= \frac{10 \times 5094155,7}{(10-1)(10-2)(10-3)(24,99)^4} \\ &= \frac{50941557}{196560188,9} \\ &= 0,2591 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan dispersi yang mana nilai hujan rata-rata yaitu 103,1 dan standar deviasi (Sd) yaitu 24,99 akan digunakan untuk perhitungan curah hujan rencana dalam periode ulang 2, 5, 10, 20, 50 tahun dengan metode distribusi normal dan metode distribusi gumbel.

b. Curah Hujan Rencana Distribusi Normal, Untuk perhitungan distribusi normal menggunakan persamaan 19. Adapun persamaannya sebagai berikut :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot Sd$$

Nilai K_T pada persamaan 19 adalah faktor frekuensi dari periode ulang dari nilai variabel reduksi gauss yang terdapat dalam tabel 3. Maka dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} X_{t(2)} &: 103,1 + (0 \times 24,99) &= 103,1 &\text{ mm} \\ X_{t(5)} &: 103,1 + (0,84 \times 24,99) &= 124,0916 &\text{ mm} \\ X_{t(10)} &: 103,1 + (1,28 \times 24,99) &= 135,0872 &\text{ mm} \\ X_{t(20)} &: 103,1 + (1,64 \times 24,99) &= 144,0834 &\text{ mm} \end{aligned}$$

$$X_t(50) : 103,1 + (2,05 \times 24,99) = 154,3295 \text{ mm}$$

Dari perhitungan menggunakan metode distribusi normal diperoleh hasil curah hujan rencana seperti pada tabel 17.

Tabel 18. Hasil Curah Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Normal

No	Periode Ulang (Tahun)	K	$\bar{X}$	S	Xt (mm)
1	2	0	103,1	24,99	103,1
2	5	0,84	103,1	24,99	124,0916
3	10	1,28	103,1	24,99	135,0872
4	20	1,64	103,1	24,99	144,0834
5	50	2,05	103,1	24,99	154,3295

Sumber : perhitungan 2023

Keterangan Tabel :

Xt : Curah Hujan Rencana

K : Faktor Frekuensi

$\bar{X}$: Nilai Curah Hujan Rata-Rata

S : Standar Deviasi

c. Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel, Pada distribusi gumbel menghitung curah hujan rencana menggunakan persamaan 17 dan menghitung tinggi curah hujan kala ulang tiap menit menggunakan persamaan 17 dimana nilai reduksi variat (Yt) dari variabel diambil dari tabel 7, nilai reduksi variat rata-rata (Yn) diambil dari tabel 5, dan nilai deviasi standar dari reduksi variat (Sn) diambil dari tabel 6.

Tabel 19. Nilai Yn, Sn, dan Yt untuk Periode Ulang (T)

No	Periode Ulang (Tahun)	Yn	Sn	Yt	Jumlah Tahun (n)
1	2	0,495	0,95	0,3668	10
2	5	0,495	0,95	1,5004	10
3	10	0,495	0,95	2,251	10
4	20	0,495	0,95	3,1993	10
5	50	0,495	0,95	3,9028	10

Sumber : Perhitungan 2023

Setelah mendapatkan nilai pada tabel 18, maka selanjutnya menghitung curah hujan rencana untuk periode ulang 2, 5, 10, 25 dan 50 tahun dengan persamaan 17 sebagai berikut :

$$X_t = \bar{X} + \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n} \right) \times Sd$$

$$X_t(10) = 103,1 + \left(\frac{2,2510 - 0,4952}{0,9496} \right) \times 24,99$$

$$= 149,306 \text{ mm}$$

Selanjutnya menghitung tinggi curah hujan kala ulang tiap menit menggunakan persamaan 18, sebagai berikut :

$$P_{60}(T) = \left(\frac{93+19}{2} \times \frac{X_t}{199} \right)$$

$$= \left(\frac{93+19}{2} \times \frac{149,306}{199} \right)$$

$$= 42,0157 \text{ mm/menit}$$

Tabel 20. Hasil Curah Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Gumbel

No	Periode Ulang (Tahun)	$\bar{X}$	Y_n	S_n	Y_t	S_d	$X_t \text{ (mm)}$	$P_{60}(T) \text{ mm/menit}$
1	2	103	0,4952	0,9496	0,3668	24,99	99,721	28,0622
2	5	103	0,4952	0,9496	1,5004	24,99	129,553	36,4572
3	10	103	0,4952	0,9496	2,251	24,99	149,306	42,0158
4	20	103	0,4952	0,9496	3,1993	24,99	174,262	49,0386
5	50	103	0,4952	0,9496	3,9028	24,99	192,776	54,2484

Sumber : Perhitungan 2023

Keterangan :

$\bar{X}$ = Curah Hujan Rata-Rata (mm)

Y_n = *Reduced Mean*

S_n = *Reduced Standard Deviation*

Y_t = *Reduced Variate*

S_d = Standar Deviasi

X_t = Curah Hujan Rencana (mm)

$P_{60}(T)$ = Tinggi Curah Hujan Permenit (mm/menit)

2. Metode Distribusi Log Normal dan distribusi Log Pearson Type III

Hasil perhitungan curah hujan dengan metode distribusi log normal dan distribusi Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 21. Perhitungan Curah Hujan Dengan Metode Log Normal dan distribusi Log Pearson Type III

No	TAHUN	Xi (mm)	Log Xi	$(\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{x})$	$(\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{x})^2$	$(\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{x})^3$	$(\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{x})^4$
1	2013	91	1,959	-0,042595	0,001814	-0,000077	0,000003
2	2014	76	1,881	-0,120823	0,014598	-0,001764	0,000213
3	2015	85	1,929	-0,072217	0,005215	-0,000377	0,000027
4	2016	70	1,845	-0,156538	0,024504	-0,003836	0,000600
5	2017	135	2,130	0,128697	0,016563	0,002132	0,000274
6	2018	115	2,061	0,059061	0,003488	0,000206	0,000012
7	2019	86	1,934	-0,067138	0,004508	-0,000303	0,000020
8	2020	125	2,097	0,095274	0,009077	0,000865	0,000082
9	2021	140	2,146	0,144492	0,020878	0,003017	0,000436
10	2022	108	2,033	0,031787	0,001010	0,000032	0,000001
N=10							
Jumlah (Σ)		1031	20,016		0,10166	0,000105	0,001670
$\overline{\text{Log } x}$		103,1	2,002				

Sumber : Perhitungan 2023

Perhitungan tabel diatas dapat diketahui sebagai berikut :

1. Perhitungan Curah Hujan Rata-rata :

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\Sigma \log Xi}{n} = \frac{20,016}{10} = 2,002 \text{ mm}$$

2. Perhitungan : $(\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{x}) = (1,959 - 2,002) = -0,042595$
 $(\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{x})^2 = (-0,042595)^2 = 0,001814$
 $(\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{x})^3 = (-0,042595)^3 = -0,000077$
 $(\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{x})^4 = (-0,042595)^4 = 0,000003$

Dari data perhitungan tabel 18 didapat nilai curah hujan sebesar 2,002 mm.

a. Pengukuran Dispersi, Perhitungan selanjutnya pada distribusi log normal dan distribusi log *pearson type III* yaitu dispersi distribusi log normal sebagai berikut :

1. Standar Deviasi, perhitungan menggunakan persamaan 10 :

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma_{i=1}^n (\log Xi - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,10166}{10-1}} = 0,1063$$

2. Koefisien Variasi, perhitungan menggunakan persamaan 11 :

$$Cv = \frac{S}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,1063}{2,002} = 0,0531$$

3. Koefisien *Skewness*, perhitungan menggunakan persamaan 12 :

$$Cs = \frac{n \Sigma_{i=1}^n (\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{(10)(0,000105)}{(10-1)(10-2)(0,1063)^3} = 0,0121$$

4. Koefisien Kurtosis, perhitungan menggunakan persamaan 13 :

$$Ck = \frac{n^2 \Sigma_{i=1}^n (\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)S^4} = \frac{(10)^2(0,001670)}{(10-1)(10-2)(0,1063)^4} = 18,166$$

b. Curah Hujan Rencana Distribusi Log Normal, Selanjutnya menghitung nilai hujan rencana dalam periode ulang 2, 5, 10, 20, 50 tahun dengan menggunakan persamaan 16, dimana nilai K pada persamaan 16 adalah faktor frekuensi dari periode ulang dari nilai variabel reduksi gauss yang terdapat pada tabel 3. Maka dilakukan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K_T S$$

Maka untuk periode ulang 2, 5, 10, 20, 50 didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Log } X_T (2) : 2,002 + (0 \times 0,1063) = 2,002 \text{ mm}$$

$$\text{Log } X_T (5) : 2,002 + (0,84 \times 0,1063) = 2,0913 \text{ mm}$$

$$\text{Log } X_T (10) : 2,002 + (1,28 \times 0,1063) = 2,1381 \text{ mm}$$

$$\text{Log } X_T (20) : 2,002 + (1,64 \times 0,1063) = 2,1763 \text{ mm}$$

$$\text{Log } X_T (50) : 2,002 + (2,05 \times 0,1063) = 2,2199 \text{ mm}$$

Dari perhitungan menggunakan metode distribusi log normal diperoleh hasil curah hujan rencana (X_T) seperti pada tabel 19.

Tabel 22. Hasil Curah Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang (Tahun)	Log $\bar{X}$	K	S	Log X_t	X_t : Curah Hujan Rencana (mm)
1	2	2,002	0	0,1063	2,002	100,462
2	5	2,002	0,84	0,1063	2,0913	123,393
3	10	2,002	1,28	0,1063	2,1381	137,424
4	20	2,002	1,64	0,1063	2,1763	150,083
5	50	2,002	2,05	0,1063	2,2199	165,926

sumber : perhitungan 2023

Keterangan Tabel :

K : Faktor Frekuensi

Log $\bar{X}$: Nilai Curah Hujan Rata-Rata

Log X_t : Nilai Log Curah Hujan Rata-Rata

X_t : Curah Hujan Rencana (mm)

S : Standar Deviasi

c. Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson Type III, Pada distribusi log pearson type III menghitung nilai hujan rencana dalam periode ulang 2, 5, 10, 20, 50 tahun dengan menggunakan persamaan 15, dimana nilai K pada persamaan 15 didapat dari nilai koefisien kemencengan (C_s) terhadap periode ulang (tahun) yang ada pada tabel 2. Maka dilakukan perhitungan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K.S$$

Maka untuk periode ulang 2, 5, 10, 20,50 didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut : $\text{Log } X_T(2) : 2,002 + (-0,0396 \times 0,1063) = 1,9978 \text{ mm}$

$$X_T(2) = 99,49254 \text{ mm}$$

$$\text{Log } X_T(5) : 2,002 + (0,8272 \times 0,1063) = 2,0889 \text{ mm}$$

$$X_T(5) = 123,00743$$

$$\text{Log } X_T(10) : 2,002 + (1,3042 \times 0,1063) = 2,14064 \text{ mm}$$

$$X_T(10) = 138,2409$$

$$\text{Log } X_T(20) : 2,002 + (1,8304 \times 0,1063) = 2,1966 \text{ mm}$$

$$X_T(20) = 157,24307$$

$$\text{Log } X_T(50) : 2,002 + (2,1794 \times 0,1063) = 2,2337 \text{ mm}$$

$$X_T(50) = 171,26563 \text{ mm}$$

Dari perhitungan menggunakan metode distribusi normal diperoleh hasil curah hujan rencana (X_T) seperti pada tabel 22.

Tabel 23. Hasil Curah Hujan Rencana Dengan Metode Distribusi *Log pearson type III*

No	Periode Ulang (Tahun)	$\text{Log } \bar{X}$	K	S	$\text{Log } X_t$	X_t : Curah Hujan Rencana (mm)
1	2	2,002	-0,03960	0,1063	1,99779	99,493
2	5	2,002	0,8272	0,1063	2,08993	123,007
3	10	2,002	1,3042	0,1063	2,14064	138,241
4	20	2,002	1,8304	0,1063	2,19657	157,243
5	50	2,002	2,1794	0,1063	2,23367	171,266

Sumber : perhitungan 2023

4.2.3 Uji Kecocokan Distribusi

1. Uji Dispersi

Setelah dilakukan perhitungan dispersi dari masing-masing distribusi, kemudian dilakukan pencocokan antara hasil dan syarat dari kecocokan distribusi tersebut yang telah dijelaskan pada tabel . Penentuan jenis cara analisis ketentuan dalam memilih distribusi yang akan digunakan untuk daerah studi dapat dilihat pada tabel 23.

Tabel 24. Hasil Uji Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	0,236	Tidak memenuhi
	$C_k = 3$	0,2591	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s \leq 1,1396$	0,236	Memenuhi

	$C_k \leq 5,4002$	0,2591	Memenuhi
Log Normal	$C_s = 3$	0,0121	Tidak Memenuhi
	$C_v = 0,6$	18,166	Tidak Memenuhi
Log Pearson Type III	$C_s < 0$	0,0121	Tidak Memenuhi
	$C_v = 0,3$	18,166	Tidak Memenuhi

Sumber : Perhitungan 2023

Dari perhitungan yang telah dilakukan sesuai dengan yang ada pada tabel 23 tersebut, maka dapat dilihat bahwa jenis distribusi yang sesuai dengan syarat dan akan digunakan adalah distribusi gumbel. Dimana distribusi gumbel tersebut memiliki nilai C_s 0,236 lebih kecil dari syarat yaitu 1,1396 dan nilai C_k 0,2591 lebih kecil dari syarat yaitu 5,4002.

Selanjutnya metode gumbel akan diuji menggunakan uji kecocokan distribusi untuk mengetahui apakah memenuhi syarat perencanaan.

2. uji Chi-Kuadrat (X^2)

a. Mengurutkan data dari terbesar hingga data terkecil.

Tabel 25. Data curah hujan dari terbesar sampai terkecil

No	TAHUN	X_i (mm)	Log X_i
1	2021	140	2,146
2	2017	135	2,130
3	2020	125	2,097
4	2018	115	2,061
5	2022	108	2,033
6	2013	91	1,959
7	2019	86	1,934
8	2015	85	1,929
9	2014	76	1,881
10	2016	70	1,845

Sumber : perhitungan 2023

b. Menghitung jumlah kelas.

- 1) Jumlah data (n) = 10
- 2) Kelas distribusi (K) = $1 + 3,3 \log n$
 $= 1 + 3,3 \log 10$
 $= 4,3 \sim 5$ kelas

c. Menghitung derajat kebebasan (D_k) dan X_{α}^2 .

- 1) Parameter (p) = 2
- 2) Derajat kebebasan (D_k) = $K - (p + 1) = 5 - (2 + 1) = 2$

3) Nilai X_{cr}^2 dengan melihat tabel Chi-Kuadrat kritis pada tabel 8, jumlah data

(n) = 10, (α) = 5% dan Dk = 2, maka nilai X_{cr}^2 adalah = 5,9910

d. Menghitung derajat kebebasan.

1) Kelas distribusi = $\frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$

2) Interval distribusi adalah 20%, 40%, 60%, 80%

– 20%, $P_{(X)} = 20\%$

$$T = \frac{1}{P_{(X)}} = \frac{1}{0,20} = 5 \text{ tahun}$$

– 40%, $P_{(X)} = 40\%$

$$T = \frac{1}{P_{(X)}} = \frac{1}{0,40} = 2,5 \text{ tahun}$$

– 60%, $P_{(X)} = 60\%$

$$T = \frac{1}{P_{(X)}} = \frac{1}{0,60} = 1,67 \text{ tahun}$$

– 80%, $P_{(X)} = 80\%$

$$T = \frac{1}{P_{(X)}} = \frac{1}{0,80} = 1,25 \text{ tahun}$$

e. Menghitung interval kelas dan nilai X^2

1) Distribusi Gumbel

Jumlah data (n) : 10

Yn : 0,4952

Sn : 0,9496

Yt : $-\ln\left(-\ln\frac{T-1}{T}\right)$

K : $\frac{Yt-Yn}{Sn} = \frac{Yt-0,4952}{0,9496}$

– T = 5

Yt = $-\ln\left(-\ln\frac{T-1}{T}\right)$

$$= \ln\left(-\ln\frac{5-1}{5}\right)$$

$$= 1,4999$$

Maka, K = $\frac{Yt-Yn}{Sn}$

$$= \frac{1,4999-0,4952}{0,9496}$$

$$= 1,0580$$

– T = 2,5

Yt = $-\ln\left(-\ln\frac{T-1}{T}\right)$

$$= \ln\left(-\ln\frac{2,5-1}{2,5}\right)$$

$$= 0,6717$$

Maka, K = $\frac{Yt-Yn}{Sn}$

$$\begin{aligned}
&= \frac{0,6717 - 0,4952}{0,9496} \\
&= 0,1859 \\
- \quad T &= 1,67 \\
Y_t &= -\ln\left(-\ln \frac{T-1}{T}\right) \\
&= \ln\left(-\ln \frac{1,67-1}{1,67}\right) \\
&= 0,0907 \\
\text{Maka, } K &= \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \\
&= \frac{0,0907 - 0,4952}{0,9496} \\
&= -0,4259 \\
- \quad T &= 1,25 \\
Y_t &= -\ln\left(-\ln \frac{T-1}{T}\right) \\
&= \ln\left(-\ln \frac{1,25-1}{1,25}\right) \\
&= -0,4759 \\
\text{Maka, } K &= \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \\
&= \frac{(-0,4759) - 0,4952}{0,9496} \\
&= -1,0226
\end{aligned}$$

Interval kelas :

$$X_t = \bar{X} + \left(\frac{Y_t - Y_n}{S_n}\right) \times S_d$$

Hasil dari perhitungan interval kelas distribusi gumbel dapat dilihat pada tabel 25.

Tabel 26. Perhitungan Interval Kelas Distribusi Gumbel

No	T	$\bar{X}$	Y_n	S_n	Y_t	S_d	X_t (mm)
1	5	103	0,4952	0,9496	1,05791	24,99	117,908
2	2,5	103	0,4952	0,9496	0,18585	24,99	94,959
3	1,67	103	0,4952	0,9496	-0,42595	24,99	78,859
4	1,25	103	0,4952	0,9496	-1,02253	24,99	63,159

Sumber : Perhitungan 2023

Dari data pada tabel perhitungan interval kelas yang ada pada tabel 25 tersebut didapat nilai X_t dari masing-masing interval, yang selanjutnya nilai X_t akan digunakan sebagai nilai batas tiap kelas untuk perhitungan nilai X_2 yang dapat dilihat pada tabel 26.

Tabel 27. Perhitungan nilai X_2 distribusi gumbel

No	Nilai Batas Tiap Kelas			Ef	Of	$(Ef - Of)^2$	$\chi^2 = \frac{(Ef - Of)^2}{Ef}$
1		X>	117,908	2	2	0	0
2	94,959		117,908	2	1	1	0,5
3	78,8587		94,959	2	3	1	0,5
4	63,1589		78,8587	2	3	1	0,5
5		X<	78,8587	2	1	1	0,5
JUMLAH				10	10		2

Sumber : Perhitungan 2023

Dilihat dari tabel 26 tersebut diketahui nilai χ^2 yang didapat dari distribusi gumbel adalah sebesar 2,00, yang mana nilai tersebut lebih kecil dari pada nilai χ^2_{cr} 5,9910. Maka untuk menghitung curah hujan rencana dapat menggunakan distribusi gumbel.

4.3 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika digunakan untuk menganalisis dampak saluran drainase sekunder akibat debit aliran rencana yang kemudian menghasilkan simulasi aliran dan dapat menemukan permasalahan apa yang terjadi di saluran tersebut.

Perhitungan debit aliran rencana. Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai debit aliran rencana adalah dengan menggunakan metode rasional dikarenakan metode ini sering digunakan pada aliran yang tidak memiliki data pengamatan debit. Perhitungan debit aliran rencana pada penelitian ini dapat dilihat pada uraian berikut ini:

4.3.1 Perhitungan Intensitas Hujan

Dalam mencari nilai intensitas hujan dapat dihitung berdasarkan hasil dari perhitungan sebelumnya. Perhitungan intensitas hujan ini menggunakan rumus Mononobe pada persamaan 26 dikarenakan perhitungan pada penelitian ini menggunakan data curah hujan harian dan tidak mengambil data curah hujan dalam waktu satuan menit maupun satuan jam. yang menghasilkan nilai sebagaimana yang dapat dilihat pada table 38.

Tabel 28. Perhitungan Intensitas Curah Hujan

t (jam)	R24		
	R2	R5	R10
	99,721	129,553	149,306
1	34,57133	44,9135	51,762
2	21,7785	28,2937	32,608
3	16,6202	21,5921	24,885
4	13,7196	17,8239	20,542
5	11,823	15,3602	17,703
6	10,4701	13,6022	15,676
7	9,447	12,2737	14,145
8	8,6428	11,2283	12,941
9	7,9901	10,3804	11,963
10	7,4481	9,6763	11,152
11	6,9896	9,0806	10,465
12	6,5957	8,5688	9,876
13	6,2529	8,1235	9,362
14	5,9515	7,732	8,911
15	5,684	7,384	8,51
16	5,4446	7,073	8,152
17	5,2289	6,793	7,83
18	5,0334	6,539	7,536
19	4,8552	6,308	7,27
20	4,6921	6,096	7,025
21	4,5418	5,901	6,8
22	4,4032	5,72	6,593
23	4,2746	5,553	6,4
24	4,155	5,398	6,2212

Sumber : perhitungan 2023

Pada table 28 tersebut dapat dilihat nilai intensitas curah hujan rencana dalam kurun waktu 24 jam dari periode ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun. Nilai intensitas curah hujan terbesar terjadi pada periode ulang 10 tahun.

4.3.2 Perhitungan Debit Aliran Eksisting

Pada perhitungan debit eksisting dibagi mejadi perhitungan berdasarkan ruas jalan pada lokasi penelitian.

1. Debit Eksisting dan Debit aliran Rencana

a. Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran

Berikut langkah mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (So) sebagai berikut :

Tabel 29. Kemiringan Saluran Dan Kecepatan Aliran

Kemiringan rata-rata Dasar Saluran (%)	Kecepatan Rata- rata (m/det)
< 1	0,4
1 - 2	0,6
2 - 4	0,9
4 - 6	1,2
6 - 10	1,5
10 - 15	2,4

Sumber : wesli (2012)

Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (So) untuk saluran ketinggian didapat yang

– Saluran kiri 1

Elevasi hulu = 23 m

Elevasi hilir = 20 m

Maka, nilai V = 23 – 20
= 3 meter

Berdasarkan Tabel 28 nilai kecepatan aliran (V) pada saluran kiri 1 didapat 0,9 m/det.

Dengan panjang saluran (L) kiri 1 = 114,34 m

Maka, nilai S = $\frac{t_1 - t_2}{L} = \frac{3}{114,34} = 0,026$ m

Maka didapat kemiringan saluran 0,026 m

– Saluran Kiri 2

Elevasi hulu = 23 m

Elevasi hilir = 20 m

Maka, nilai V = 23 – 20
= 3 meter

Berdasarkan Tabel 28 nilai kecepatan aliran (V) pada saluran kiri 2 didapat 0,9 m/det.

Dengan panjang saluran (L) kiri 2 = 170,55 m

Nilai S = $\frac{t_1 - t_2}{L} = \frac{3}{170,55} = 0,018$ m

Maka didapat kemiringan saluran 0,018 m

– Saluran Kanan 1

Elevasi hulu = 23 m

Elevasi hilir = 20 m

Maka, nilai V = 23 – 20 = 3 meter

Berdasarkan Tabel 28 nilai kecepatan aliran (V) pada saluran kanan 1 didapat 0,9 m/det.

Dengan panjang saluran (L) kanan 1 = 127,33 m

$$\text{Maka, nilai } S = \frac{t_1 - t_2}{L} = \frac{3}{127,33} = 0,024 \text{ m}$$

Maka didapat kemiringan saluran 0,024 m

– Saluran kanan 2

Elevasi hulu = 23 m

Elevasi hilir = 20 m

Maka, nilai $V = 23 - 20 = 3$ meter

Berdasarkan Tabel 28 nilai kecepatan aliran (V) pada saluran kanan 2 didapat 0,9 m/det.

Dengan panjang saluran (L) kanan 2 = 150 m

$$\text{Maka, nilai } S = \frac{t_1 - t_2}{L} = \frac{3}{150} = 0,02 \text{ m}$$

Maka didapat kemiringan saluran 0,02 m

b. Mencari Koefisien Pengaliran

berdasarkan tabel 9 deskripsi lahan/karakter permukaan termasuk bisnis perkotaan yang mana nilai koefisien C nya adalah 0,75 - 0,90. Maka diambil nilai tertinggi nya yaitu $C = 0,90$

c. Perhitungan Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi (T_c) adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari bagian hilir saluran menuju ke arah hulu suatu saluran. Rumus yang dipakai untuk menentukan nilai perhitungan waktu konsentrasi yaitu rumus empiris, salah satunya adalah rumus kirpich, seperti berikut ini :

$$T_o = \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{Ls}{\sqrt{S}} \right)^{0,77}$$

$$T_d = \frac{Ls}{3600 \times V}$$

$$T_c = T_o + T_d$$

Setelah mengetahui rumus yang digunakan. Selanjut nya perhitungan akan dilakukan berdasarkan zona saluran dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 30. Perhitungan Waktu Konsentrasi (T_c)

Saluran	Ls	S	V	To	Td	Tc
Kiri 1	114,34	0,026	0,9	0,051	0,0353	0,0863
Kiri 2	170,55	0,018	0,9	0,0798	0,0526	0,1324
Kanan 1	127,33	0,024	0,9	0,057	0,0393	0,0963
Kanan 2	150	0,02	0,9	0,0694	0,0463	0,1157

Sumber : perhitungan 2023

d. Perhitungan Debit Hujan Rencana Saluran Ekisting

Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung debit rencana yaitu menggunakan Metode Rasional dari hasil perhitungan diatas untuk debit rencana ($Q_{Rencana}$) periode ulang 10 tahun.

Diketahui :

A : luas daerah tangkapan air berdasarkan *google earth*, luas DTA (Ha).

Saluran Kiri (1) = 0,54 Ha

Saluran Kiri (2) = 0,65 Ha

Saluran Kanan (1) = 0,49 Ha

Saluran Kanan (2) = 0,55 Ha

I : intensitas hujan R_{24} periode ulang 2, 5, 10 tahun.

2 tahun = 99,721.

5 tahun = 129,553.

10 tahun = 149,306

Perhitungan intensitas hujan rencana menggunakan persamaan 26, sebagai berikut :

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

Contoh perhitungan menggunakan periode ulang 2 tahun

– Untuk Saluran Ruas Kiri₍₁₎

$$I = \frac{99,721}{24} \times \left(\frac{24}{0,0863} \right)^{\frac{2}{3}} = 117,03$$

– Untuk Saluran Ruas Kanan₍₁₎

$$I = \frac{99,721}{24} \times \left(\frac{24}{0,0963} \right)^{\frac{2}{3}} = 164,55$$

Hasil perhitungan intensitas curah hujan rencana selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 31.

Tabel 31. Hasil Intensitas Hujan Rencana.

Eksisting	Tc	Nilai (I) berdasarkan Periode Ulang		
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun
		99,721	129,553	149,306
Kiri 1	0,0863	177,03	229,97	265,05
Kiri 2	0,1324	133,08	172,89	199,26
Kanan 1	0,0963	164,55	213,78	246,4
Kanan 2	0,1153	145,94	189,6	218,5

Sumber : Perhitungan 2023

C : Koefisien pengaliran = 0,90

Perhitungan debit rencana menggunakan persamaan 29 yang akan menghitung sesuai periode ulang dan jenis saluran, sebagai berikut :

$$Q_R = 0,278.C.I.A$$

– Untuk Saluran Ruas Kiri₍₂₎ periode 5 tahun

$$\begin{aligned} Q_R &= 0,278.C.I.A \\ &= 0,278 \times 0,90 \times 172,89 \times 0,65 \\ &= 28,117 \end{aligned}$$

– Untuk Saluran Ruas Kanan₍₂₎ periode 5 tahun

$$\begin{aligned} Q_R &= 0,278.C.I.A \\ &= 0,278 \times 0,90 \times 189,6 \times 0,55 \\ &= 26,091 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan debit hujan rencana (Q_R) selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 31 sebagai berikut :

Tabel 32. Hasil Perhitungan Debit Hujan Rencana (Q_R) Periode 2 Tahun

Eksisting	C	I	A (Ha)	Q _r
Kiri 1	0,9	177,03	0,54	23,918
Kiri 2	0,9	133,08	0,65	21,643
Kanan 1	0,9	164,55	0,49	20,174
Kanan 2	0,9	145,94	0,55	20,083

Sumber : Perhitungan 2023

Tabel 33. Hasil Perhitungan Debit Hujan Rencana (Q_R) Periode 5 Tahun

Eksisting	C	I	A (Ha)	Q _r
Kiri 1	0,9	229,97	0,54	31,071
Kiri 2	0,9	172,89	0,65	28,117
Kanan 1	0,9	213,78	0,49	26,209
Kanan 2	0,9	189,6	0,55	26,091

Sumber : Perhitungan 2023

Tabel 34. Hasil Perhitungan Debit Hujan Rencana (Q_R) Periode 10 Tahun

Eksisting	C	I	A (Ha)	Q _r
Kiri 1	0,9	265,05	0,54	35,810
Kiri 2	0,9	199,26	0,65	32,406
Kanan 1	0,9	246,4	0,49	30,208
Kanan 2	0,9	218,5	0,55	30,068

Sumber : Perhitungan 2023

e. Nilai Koefisien Manning

Nilai koefisien *Manning* didapat berdasarkan pada tabel 11 dan diambil nilai koefisien *Manning* adalah 0,013 karena bahan saluran drainase adalah saluran beton.

4.3.3 Analisa Kapasitas Penampang Saluran

Perhitungan kapasitas saluran didasarkan pada debit hujan yang harus ditampung oleh saluran (Q_s) lebih besar atau sama dengan debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana (Q_R). Perhitungan pada kapasitas saluran mengacu pada persamaan 30 yaitu $Q_s \geq Q_R$. Untuk mencari nilai Q_s menggunakan persamaan 31 sampai 37, sebagai berikut :

- Luas Penampang (A) $= b \times h$
- Keliling Basah (P) $= 2 \times (b + h)$
- Jari-jari Hidrolis (R) $= \frac{A}{P}$
- Kemiringan (S) $= \frac{\text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah}}{\text{jarak}} \times 100 \%$
- Kecepatan Aliran (V) $= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$
- Debit Saluran (Q_{saluran}) $= A \times V$

Untuk perhitungan mencari nilai Q_s berdasarkan jenis eksisting akan diambil sampel eksisting kiri 1 dan kanan 1, sebagai berikut :

1. Eksisting kiri 1

Diketahui : Lebar saluran = 0,7 m
 Tinggi saluran = 0,7 m
 Panjang saluran = 114,34 m
 Kontur tertinggi = 23 meter
 Kontur terendah = 20 meter

- Luas Penampang (A) $= b \times h$
 $= 70 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}$
 $= 0,49 \text{ m}^2$
- Keliling Basah (P) $= 2 \times (b + h)$
 $= 2 \times (0,7 + 0,7)$
 $= 2,8 \text{ m}$
- Jari-jari Hidrolis (R) $= \frac{A}{P}$
 $= 0,49 : 2,8$
 $= 0,175 \text{ m}$
- Kemiringan (S) $= \frac{\text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah}}{\text{jarak}} \times 100\%$
 $= \frac{23 - 20}{114,34} \times 100\%$
 $= 2,6$
- Kecepatan Aliran (V) $= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$

$$= \frac{1}{0,013} \times 0,175^{2/3} \times 2,6^{1/2}$$

$$= 38,98 \text{ m/detik}$$

– Debit Saluran (Q_s) = $A \times V$

$$= 0,49 \text{ m}^2 \times 38,98 \text{ m/detik}$$

$$= 19,10 \text{ m}^3/\text{detik}$$

1. Eksisting kanan 1

Diketahui : Lebar saluran = 0,7 m
 Tinggi saluran = 0,8 m
 Panjang saluran = 127,33 m
 Kontur tertinggi = 23 meter
 Kontur terendah = 20 meter

– Luas Penampang (A) = $b \times h$

$$= 70 \text{ cm} \times 80 \text{ cm}$$

$$= 0,56 \text{ m}^2$$

– Keliling Basah (P) = $2 \times (b + h)$

$$= 2 \times (0,7 + 0,8)$$

$$= 3 \text{ m}$$

– Jari-jari Hidrolis (R) = $\frac{A}{P}$

$$= 0,56 : 3$$

$$= 0,19 \text{ m}$$

– Kemiringan (S) = $\frac{\text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah}}{\text{jarak}} \times 100\%$

$$= \frac{23 - 20}{127,33} \times 100\%$$

$$= 2,4$$

– Kecepatan Aliran (V) = $\frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$

$$= \frac{1}{0,013} \times 0,175^{2/3} \times 2,6^{1/2}$$

$$= 38,57 \text{ m/detik}$$

– Debit Saluran (Q_s) = $A \times V$

$$= 0,56 \text{ m}^2 \times 38,57 \text{ m/detik} = 21,60 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Adapun rekaptulasi dari perhitungan kapasitas penampang saluran (Q_s) terdapat pada Tabel 34, sebagai berikut :

Tabel 35. Rekaptulasi Perhitungan kapasitas penampang saluran (Q_s)

Eksisting	b (m) (lebar Saluran)	h (m) (Tinggi Saluran)	A (m ²)	P (m)	R (m)	S (%)	V (m/det)	Qsaluran (m ³ /det)
Kiri 1	0,7	0,7	0,49	2,8	0,175	2,6	38,98	19,10
Kiri 2	0,7	0,8	0,56	3	0,19	1,8	33,32	18,66
Kanan 1	0,7	0,8	0,56	3	0,19	2,4	38,57	21,60
Kanan 2	1	0,8	0,8	3,6	0,222	2	39,91	31,93

Sumber : Perhitungan 2023

Setelah melakukan perhitungan didapatkan nilai debit hujan yang harus ditampung oleh saluran (Q_S) dan didapatkan juga nilai debit rencana yang diakibatkan oleh hujan rencana (Q_R). Maka selanjutnya akan dilakukan perbandingan antara nilai Q_S dan Q_R berdasarkan syarat yang terdapat pada persamaan 30 yaitu $Q_S \geq Q_R$.

Hasil dari perbandingan dapat dilihat pada Tabel 35, sebagai berikut :

Tabel 36. Perbandingan Nilai $Q_S \geq Q_R$ Periode Ulang 2 Tahun

Eksisting	$Q_S \geq Q_T$		keterangan
	Q_S	Q_T	
Kiri 1	19,10	23,92	TIDAK AMAN
Kiri 2	18,66	21,64	TIDAK AMAN
Kanan 1	21,60	20,17	AMAN
Kanan 2	31,93	20,08	AMAN

Sumber : Perhitungan 2023

Tabel 37. Perbandingan Nilai $Q_S \geq Q_R$ Periode Ulang 5 Tahun

Eksisting	$Q_S \geq Q_T$		keterangan
	Q_S	Q_T	
Kiri 1	19,10	31,07	TIDAK AMAN
Kiri 2	18,66	28,12	TIDAK AMAN
Kanan 1	21,60	26,21	TIDAK AMAN
Kanan 2	31,93	26,09	TIDAK AMAN

Sumber : Perhitungan 2023

Tabel 38. Perbandingan Nilai $Q_S \geq Q_R$ Periode Ulang 10 Tahun

Eksisting	$Q_S \geq Q_T$		keterangan
	Q_S	Q_T	
Kiri 1	19,10	35,81	TIDAK AMAN
Kiri 2	18,66	32,41	TIDAK AMAN
Kanan 1	21,60	30,21	TIDAK AMAN
Kanan 2	31,93	30,07	TIDAK AMAN

Sumber : Perhitungan 2023

Berdasarkan hasil perbandingan nilai perbandingan antara nilai Q_S dan Q_R berdasarkan syarat yang terdapat pada persamaan 30 yaitu $Q_S \geq Q_R$. Saluran yang kategori aman terhadap debit rencana periode ulang 2 tahun yaitu pada saluran kanan satu $Q_S = 21,60 \text{ m}^3/\text{det}$, $Q_R = 20,17 \text{ m}^3/\text{det}$ dan saluran kanan dua $Q_S = 31,93 \text{ m}^3/\text{det}$, $Q_R = 20,08 \text{ m}^3/\text{det}$. Untuk periode

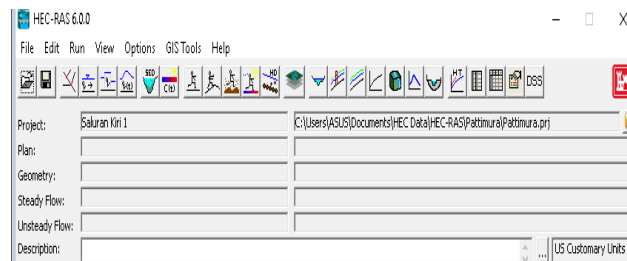
ulang 5 tahun dan 10 tahun tidak aman yang mana nilai $Q_S \leq Q_R$. Jadi hasil dari perbandingan ini membutuhkan *re-desain* dengan menggunakan hec-ras.

4.3.3 Analisis Hec-Ras

Pada analisis ini menggunakan HEC-RAS dalam menggambarkan kapasitas saluran drainase yang telah dilakukan pengukuran di lapangan. Hasil dari analisis ini nantinya akan memberikan gambaran dari sebuah penampang saluran drainase dalam menampung debit rencana sehingga didapatkan solusi untuk permasalahan yang terjadi. Contoh analisis hec-ras menggunakan saluran kiri 1, sebagai berikut :

1. Pembuatan File Project

Pilih menu *file > new project*, isi *title* sesuai zona saluran “saluran kiri 1” dan isi *file name* “Pattimura”. Hasil dari file project dapat dilihat pada gambar 17.



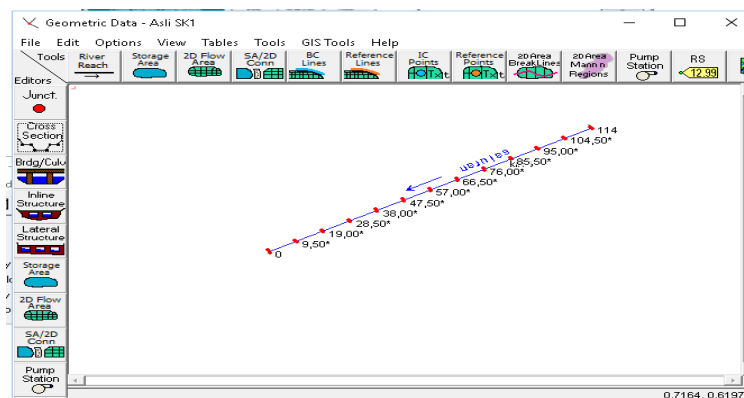
Gambar 17. File Project

Sumber : perhitungan 2023

2. Geometri Saluran

– Alur Saluran

Pilih menu *Edit | Geometric Data ...* atau mengklik tombol *Edit/Enter geometric data*. Hasil dari alur saluran dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18. Alur Saluran

Sumber : perhitungan 2023

– Tampang Melintang

Selanjutnya yaitu penulisan data tampak melintang. Dengan cara klik *Cross Section*, kemudian klik *Options → Add a new cross section* tulis nilai STA. 0+0

The screenshot shows the 'Cross Section Data' dialog box on the left and a plot of the cross-section on the right.

Cross Section Data Dialog:

- River:** saluran
- Reach:** hiri 1
- River Sta.:** 0
- Description:** hiri
- Del Row:** (empty)
- Ins Row:** (empty)
- Downstream Reach Lengths:**

LOB	Channel	ROB
0	0	0
- Manning's n Values:**

LOB	Channel	ROB
0,013	0,013	0,013
- Main Channel Bank Stations:**

Left Bank	Right Bank
0,5	1,4
- Cont'Exp Coefficient (Steady):**

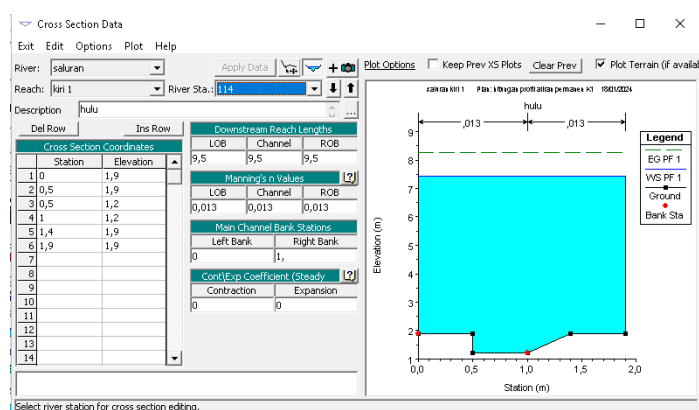
Contraction	Expansion
0,1	0,3
- Cross-Section Coordinates:**

Station	Elevation
1	0
2	0,5
3	0,5
4	1,4
5	1,4
6	1,9
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	

Plot Options: ☐ Keep Prev XS Plots ☐ Clear Prev ☒ Plot Terrain (F. avail)

Plot: The plot shows the cross-section of the river. The x-axis is 'Station (m)' ranging from 0,0 to 2,0. The y-axis is 'Elevation (m)' ranging from 0 to 7. The plot area is filled with a light blue color. A red dot is located at station 1,0 and elevation 1,4. A legend on the right identifies the symbols: EG PF 1 (dashed line), WS PF 1 (dotted line), Crft PF 1 (dashed line), Ground (red dot), and Bank Sta (black dot).

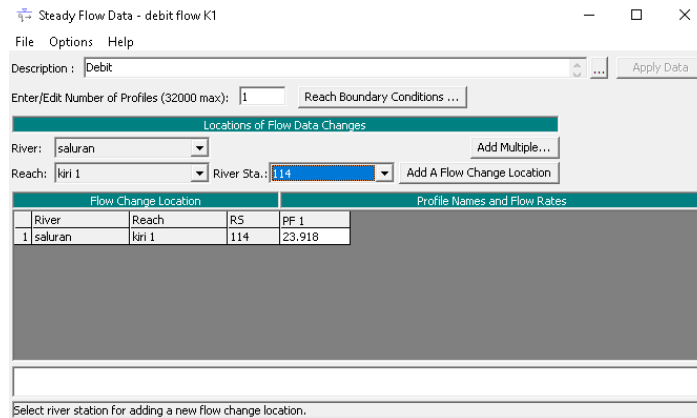
Sumber : perhitungan 2023



Sumber : perhitungan 2023

- Nilai debit

63

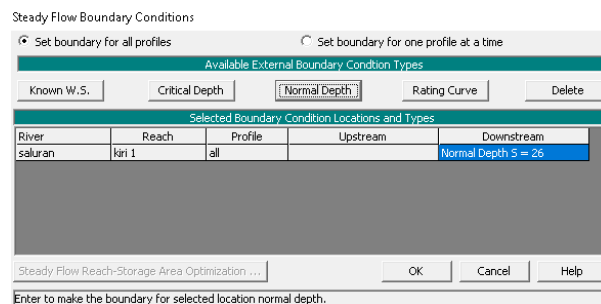


Gambar 20. Input Data Nilai Debit

Sumber : perhitungan 2023

– Input Nilai Kemiringan

Menginput nilai kemiringan yang sudah dihitung pada kolom *Downstream* yaitu 2.4, klik *Reach Boundary Conditions* kemudian pilih *Normal Depth* lalu klik *Apply Data*.

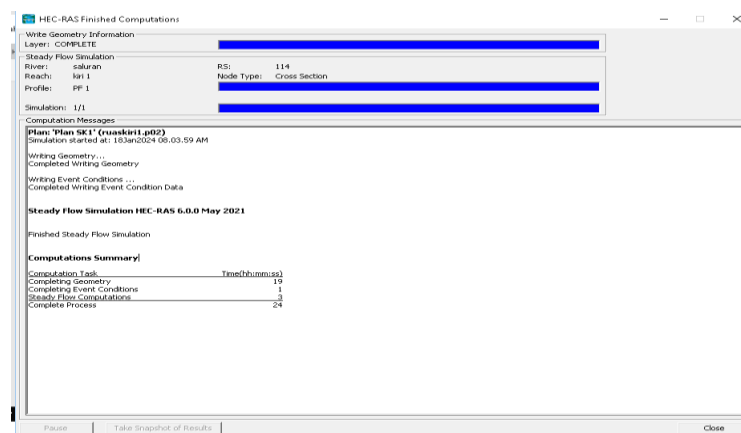


Gambar 21. Input Data Nilai Kemiringan

Sumber : perhitungan 2023

– Running Aliran Steady Flow

Setelah data tersimpan selanjutnya di analisis oleh program dengan cara klik *Run* lalu *Steady Flow Analysis* → *compute*.



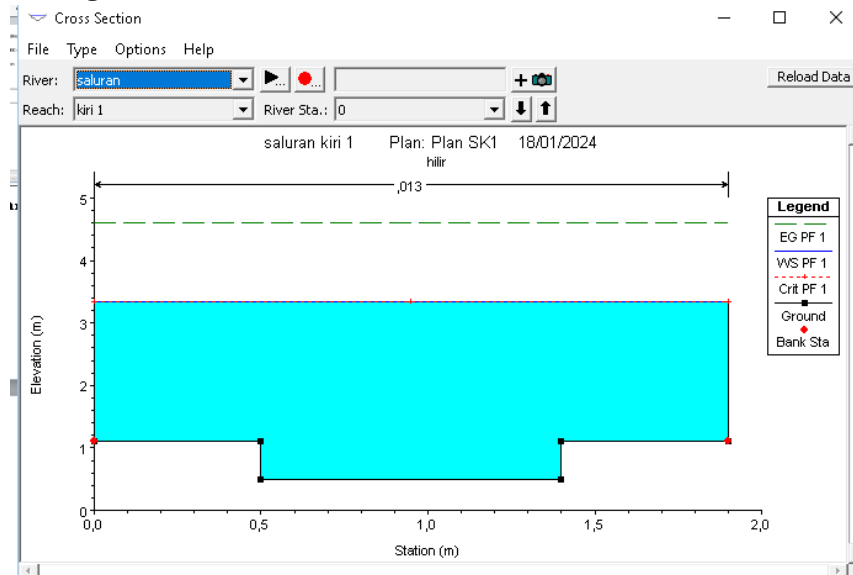
Gambar 21. Running Aliran Steady Flow

Sumber : perhitungan 2023

5. Hasil Hitungan di Sebuah Tampak Melintang

Pilih menu *View* → *Cross Section*

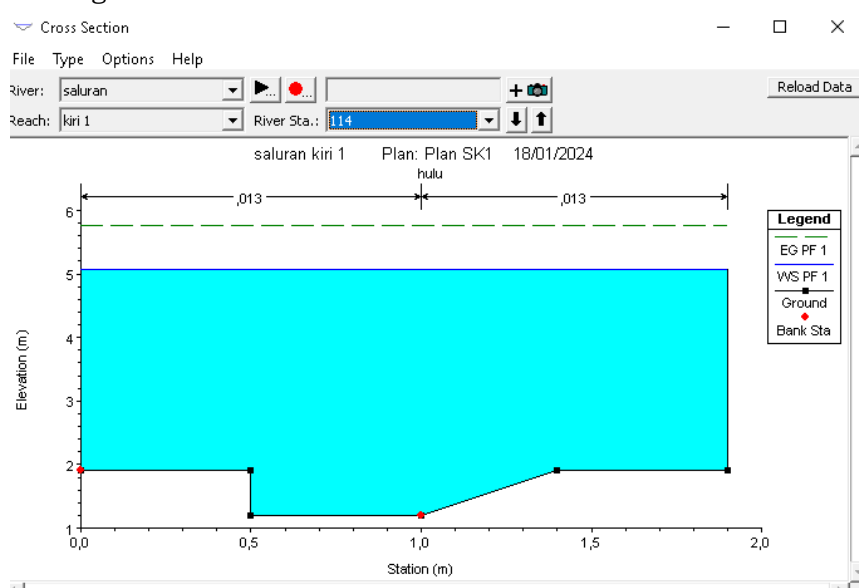
- Hasil Hitungan Untuk STA. 0+0



Gambar 22. Tampilan Cross Section STA. 0

Sumber : perhitungan 2023

- Hasil Hitungan Untuk STA. 0+114

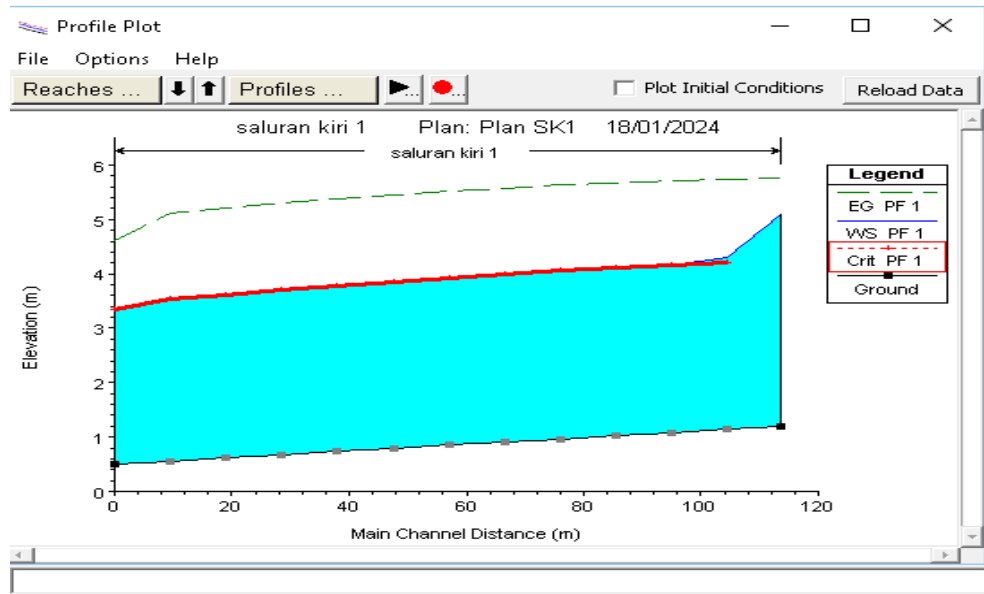


Gambar 23. Tampilan Cross Section STA. 114

Sumber : perhitungan 2023

6. Hasil simulasi *water surface* saluran drainase

Pilih menu *View* → *Water Surface Profile*



Gambar 24. Tampilan *water surface* saluran kiri 1

Sumber : perhitungan 2023

Hasil dari simulasi program Hec-Ras bahwa muka air melebihi dari dimensi saluran yang ada pada ruas Kiri 1. Ini dapat dilihat pada gambar 24 yang mana pada Sta-103 Saluran tidak dapat menampung debit rencana yang telah didapat dari hasil perhitungan yaitu 23,98 m³/det. Maka untuk saluran 1 perlu dilakukannya perencanaan ulang dimensi saluran.

4.3.5 Perencanaan Ulang Dimensi Saluran

Hasil dari perhitungan sebelumnya menunjukkan dimensi saluran jalan raya pada ruas jalan kapten pattimura tidak dapat menampung debit rencana periode 2, 5, dan 10 tahun. Hal itu juga berdasarkan hasil simulasi menggunakan *software* Hec-Ras. Maka selanjutnya akan dilakukan perencanaan ulang pada dimensi saluran drainase jalan raya kapten pattimura, Telainapura, Kota Jambi. Perencanaan dapat dilihat pada Tabel 39 sebagai berikut :

Tabel 39. Rencana Ulang Dimensi Saluran

Eksisting	b (m) (lebar Saluran)	h (m) (Tinggi Saluran)	A (m ²)	P (m)	R (m)	S (%)	V (m/det)	Qsaluran (m ³ /det)
Kiri 1	0,8	1	0,8	3,6	0,222	2,6	45,71	36,57
Kiri 2	0,8	1	0,8	4	0,22	1,8	37,43	29,94
Kanan 1	0,8	1	0,8	3,6	0,22	2,4	43,32	34,66
Kanan 2	1	0,8	0,8	3,6	0,222	2	39,91	31,93

Sumber : Perhitungan 2023

Dimensi saluran yang di rencana ulang yaitu Saluran Kiri 1 dengan lebar saluran dan tinggi saluran rencana ulang 0.8 m dan 1 m, Saluran Kiri 2 lebar saluran dan tinggi saluran rencana ulang 0.8 m dan 1 m, Saluran Kanan 1 lebar saluran dan tinggi saluran rencana ulang 0.8 m dan 1 m. Untuk Saluran Kanan 2 tidak direncanakan ulang dikarenakan nilai Q_S yang didapat dari perhitungan sebelumnya masih dapat menampung Debit Rencana.

Setelah melakukan perencanaan ulang dimensi saluran Jalan raya pada Tabel 39 diperoleh juga nilai Q_S . Maka selanjutnya akan dilakukan perbandingan antara nilai Q_S (Rencana Ulang) dan Q_R berdasarkan syarat yang terdapat pada persamaan 30 yaitu $Q_S \geq Q_R$.

Hasil dari perbandingan dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut :

Tabel 40. Perbandingan Nilai Q_S (Rencana Ulang) $\geq Q_R$ Periode Ulang 2 Tahun

Eksisting	$Q_S \geq Q_T$		keterangan
	Q_S	Q_T	
Kiri 1	36,57	23,92	AMAN
Kiri 2	29,94	21,64	AMAN
Kanan 1	34,66	20,17	AMAN
Kanan 2	31,93	20,08	AMAN

Sumber : Perhitungan 2023

Tabel 41. Perbandingan Nilai Q_S (Rencana Ulang) $\geq Q_R$ Periode Ulang 5 Tahun

Eksisting	$Q_S \geq Q_T$		keterangan
	Q_S	Q_T	
Kiri 1	36,57	31,07	AMAN
Kiri 2	29,94	28,12	AMAN
Kanan 1	34,66	26,21	AMAN
Kanan 2	31,93	26,09	AMAN

Sumber : Perhitungan 2023

Tabel 42. Perbandingan Nilai Q_S (Rencana Ulang) $\geq Q_R$ Periode Ulang 10 Tahun

Eksisting	$Q_S \geq Q_T$		keterangan
	Q_S	Q_T	
Kiri 1	36,57	35,81	AMAN
Kiri 2	29,94	32,41	TIDAK AMAN
Kanan 1	34,66	30,21	AMAN
Kanan 2	31,93	30,07	AMAN

Sumber : Perhitungan 2023

Hasil dari perbandingan Nilai Q_S (Rencana Ulang) dan Q_R berdasarkan syarat yang terdapat pada persamaan 30 yaitu $Q_S \geq Q_R$, menunjukan Saluran yang berada pada Ruas Jalan Kapten Pattimura dapat menampung debit rencana pada periode 2, 5, dan 10 tahun.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukannya penelitian dan pembahasan mengenai hasil penelitian analisis sistem drainase jalan Raya Kapten Pattimura Telanaipura Kota Jambi maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Genangan yang terjadi di rus jalan kapten pattimura disebabkan oleh kondisi eksisting saluran yang tidak dapat menampung debit air hujan yang tinggi. Dalam penelitian ini perhitungan debit hujan rencana menggunakan periode ulang 2, 5, 10 tahun dari metode gumbel.

2. Nilai Q_s yang didapat yaitu :

Saluran kiri 1 = 19, 10 m³/det

Saluran kiri 2 = 18, 66 m³/det

Saluran kanan 1 = 21,60 m³/det

Saluran kanan 2 = 31,93 m³/det

Jika dibandingkan dengan nilai Q_R , eksisting yang aman hanya periode ulang 2 tahun pada saluran kanan 1 20,17 m³/det dan saluran kanan 2 20,08 m³/det. Untuk periode ulang 5 tahun dan 10 tahun debit saluran tidak dapat menampung hujan rencana.

3. Faktor lain dari eksisting tidak dapat menampung curah hujan yaitu adanya sampah dan sedimen pada eksisting yang mengakibatkan tersumbatnya saluran sehingga aliran air tidak normal pada eksisting dan meluap ke ruas Jalan Kapten Pattimura.
4. Berdasarkan hasil simulasi dari program Hec-Ras Saluran tidak dapat menampung debit rencana yang telah didapat dari hasil perhitungan yaitu 23,98 m³/det.

5. Setelah dilakukan perencanaan ulang pada dimensi saluran Q_s (Rencana Ulang) maka didapat nilai Q_s yaitu :

Saluran kiri 1 = 36,57 m³/det

Saluran kiri 2 = 29,94 m³/det

Saluran kanan 1 = 34,66 m³/det

Saluran kanan 2 = 31,93 m³/det

Jika dibandingkan dengan nilai Q_R pada setiap periode kala ulang, menunjukan Saluran yang berada pada Ruas Jalan Kapten Pattimura dapat menampung debit rencana pada periode 2, 5, dan 10 tahun.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil evaluasi sistem jaringan drainase jalan raya pada jalan kapten pattimura, maka dapat disarankan sebagai berikut :

1. untuk instansi pemerintah terkait baiknya melakukan normalisasi dan peningkatan dimensi saluran drainase jalan raya kapten pattimura secara berkala setiap bulannya agar bebas dari sampah yang menumpuk dan endapan sedimentasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Panji Tri Saputra, P. T. S. (2020). *ANALISIS DIMENSI SALURAN DRAINASE AKIBAT GENANGAN AIR PADA BADAN JALAN PATTIMURA YANG RAMAH LINGKUNGAN* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS BATANGHARI).
- Hersy, D. N. (2021). *Peninjauan Struktur Jaringan Drainase Terhadap Bencana Banjir Kawasan Pemukiman Kelurahan Besar Kecamatan Medan Labuhan, Kota Medan*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik (JIMT), 1, 1-9.
- Amdan, Y. (2019). *Analisis kapasitas saluran drainase sebagai solusi pengendalian banjir di Kelurahan Sewu Surakarta*.
- Nasution, L. S. (2017). *Evaluasi Drainase Di Jalan Kapten Sumarsono Pada Kawasan Medan Helvetia (Studi Kasus)* (Doctoral dissertation).
- Manullang, K. P. (2018). *Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya (Studi Kasus: Lingkungan Jalan Nusantara Raya Perumnas 3 Kota Bekasi)* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA).
- Melany, F. (2022). *Analisis Debit Banjir Rencana dan Tinggi Muka Air Studi Kasus Ruas Sungai Batang Singkut Kabupaten Sarolangun* (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).
- Wandra, H. (2022). *ANALISIS SISTEM DRAINASE (Studi Kasus Jalan Depati Parbo, Kota Sungai Penuh)* (Doctoral dissertation, Teknik Lingkungan).
- PULUNGAN, P. (2023). *EVALUASI SISTEM JARINGAN DRAINASE JALAN RAYA PADA JALAN KAPTEN PATIMURA KELURAHAN KENALI BESAR-KOTA JAMBI* (Doctoral dissertation, Universitas BATANGHARI Jambi).
- TRISTAYANTI, N. (2022). *EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE SEKUNDER DI JALAN KAPTEN PATTIMURA TELANAIPURA KOTA JAMBI MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC – RAS*.
- Titah, Kreshna Eka Madani. 2013. *Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Pasar I Di Kelurahan Tanjung Sari Kecamatan Medan Selayang (Studi Kasus)*. [Skrripsi]. Medan: Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatra Utara.

Triatmodjo, Bambang. 2006. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset.

Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI Offset.

Hasmar, H.A. Halim. (2011). *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press.

Krisman Pebrian Manulang. (2018). *Evaluasi Sistem Jaringan Drainase Jalan Raya (Studi Kasus: Lingkungan Jalan Nusantara Raya Perumnas 3 Kota Bekasi)* [Skripsi]. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

LAMPIRAN-1

DATA CURAH HUJAN

Curah Hujan Harian (mm)

Nama Stasiun	Sipin	Elevasi	Manual dan Otomatis
No Stasiun	01.34.A2.71.H.00.01	Tipe alat	BWSS VI
Kab / Kota	Kota Jambi	Pemilik	Daryati
Lintang Selatan	1° 36.63'S	Operator	1974
Bujur Timur	103° 35.805'E	Tahun Pendirian	

Tahun 2020

Tanggal	Bulan												Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
1	0	0	0	5,5	0	2,1	0	0	0	19	0	0	125 3072 133
2	18,2	10	0	2,1	0	8,5	0	0	0	17,5	44	0	
3	3,5	0	0	0	3,8	0	0	0	31	0	25	0	
4	3,2	0	0	2,2	0	0	0	61	29	0	0	0	
5	0	23,4	0	12,5	10	49	0	0	15,8	58	0	0	
6	0	0	4,4	0	0	0	29	0	0	57	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	18	0	0	0	9,6	0	
8	0	9,5	0	0	0	0	7	0	0	72	0	18	
9	15,8	9,6	4,8	0	0	2	0	0	47	0	36,7	49	
10	33,2	11,6	17	60	0	0	0	4,8	10	35	4,8	0	
11	0	0	0	0	56,2	7	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	43,2	0	9,2	0	17,2	0	0	0	0	
13	0	3,2	28,4	0	0	0	72	0	50	0	0	0	
14	0	8,6	0	61,5	0	17,2	0	0	0	0	47,5	0	
15	0	10	0	1,6	0	0	0	13	19,8	0	30,5	0	
16	0	18,6	0	71	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	21,2	0	0	3,2	0	19	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	4	8,5	35	0	0	0	16,7	0	
19	7	7,6	0	27,6	0	0	2,8	0	0	0	18	0	
20	10	0	0	0	0	38,2	0	0	0	91	8	0	
21	0	0	9,5	1,8	0	0	0	0	14,2	0	50	0	
22	0	0	0	20	37	2	3	0	0	0	13,6	0	
23	10,6	16	0	0	0	0	4,5	0	11,2	0	15,3	20	
24	2	0	0	0	0,5	0	0	0	0	69	5	0	
25	0	0	0	12,4	19,8	0	0	0	10	24,7	16,6	0	
26	0	37,5	0	22,1	0	0	0	30	0	0	0	27,5	
27	36,4	39	37,5	0,8	0	0	0	0	0	0	0	25	
28	37	0	0	0	0	0	0	0	11	24	65	20	
29	3,1		28,8	4,6	18	0	0	0	0	25	21	0	
30	0		51,2	0	0	0	0	0	2	56	0	125	
31	0		0		10,4		0	0		0		2	
Hujan Maximum	37	39	51	71	56	49	72	61	50	91	65	125	125
Jml Curah Hujan	180	226	182	349	163	144	190	126	251	548	427	287	3072
Jml. Hari Hujan	12	14	8	16	10	10	9	5	12	12	17	8	133
Hujan (1-15)	74	86	55	189	70	95	126	96	203	259	198	67	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hujan (16-31)	106	140	127	160	93	49	64	30	48	290	229	220	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Curah Hujan Harian (mm)

Nama Stasiun	Simp. III Sipin	Elevasi	
No Stasiun	01.34.A2.71.H.00.01	Tipe alat	Otomatis
Kab / Kota	Kota Jambi	Pemilik	BWSS VI
Lintang Selatan	01° 36' 38,14"	Operator	Siswanto
Bujur Timur	103° 35' 48,31"	Tahun Pendirian	1974

Tahun 2019

Tanggal	Bulan												Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Dcs	
1	0	0	21	5,5	0	2,1	0	0	0	0	32	0	
2	0	0	2,5	2,1	0	8,5	0	0	0	17	0	29,5	
3	3,2	8,6	0	0	3,8	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	2,2	16,5	0	0	0	0	0	8	0	
5	0	23,4	0	12,5	10	49	0	0	0	0	1	0	
6	0	0	4,4	0	0	0	6,5	0	0	0	0	57,2	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	2,2	
8	11,6	9,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	7,2	9,6	4,8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
10	14,5	11,6	17	60	0	0	0	0	0	0	52	0	
11	0	0	0	0	56,2	7	0	0	0	0	0	11,8	
12	0	0	0	43,2	0	9,2	0	0	0	0	14,4	0	
13	0	3,2	28,4	0	0	0	0	0	0	0	0	3,8	
14	86,2	8,6	0	61,5	0	17,2	0	0	0	0	2,8	0	
15	6,4	10	0	1,6	0	0	0	0	0	0	8,2	0	
16	0	18,6	0	71	0	0	0	0	0	17,5	0	0	
17	0	21,2	0	0	3,2	0	0	0	0	24,2	0	0	
18	0	0	0	0	4	8,5	0	0	0	0	46	0	
19	0	7,6	0	27,6	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	10	0	0	0	0	38,2	0	0	0	13,8	15,2	0	
21	0	0	9,5	1,8	0	0	0	0	0	14,2	7	22	
22	0	0	0	20	37	2	3	0	0	0	0	17,2	
23	10,6	36,5	9,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	2	0	0	0	0,5	0	0	0	11	0	0	0	
25	0	0	0	12,4	19,8	0	0	0	6	0	0	0	
26	0	37,5	0	22,1	0	0	0	1,5	0	2,5	11,2	8,4	
27	6,8	39	37,5	0,8	0	0	0	21,8	15	10,2	0	3	
28	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	
29	20		28,8	4,6	18	0	0	0	13,5	25	6,5	0	
30	24,5		51,2	0	0	0	0	0	2,2	45	0	0	
31	0		0		10,4		0	0		0		0	
Hujan Maximum	86	39	51	71	56	49	7	22	15	45	52	57	86
Jml Curah Hujan	203	245	215	349	179	144	10	23	60	195	204	155	1982
Jml. Hari Hujan	12	14	11	16	11	10	2	2	6	10	12	9	115
Hujan (1-15)	129	85	78	189	87	95	7	0	0	43	118	105	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hujan (16-31)	74	160	137	160	93	49	3	23	60	152	86	51	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Curah Hujan Harian (mm)

Nama Stasiun	Simp. III Sipin	Elevasi	
No Stasiun	01.34.A2.71.H.00.01	Tipe alat	Otomatis
Kab / Kota	Kota Jambi	Pemilik	BWSS VI
Lintang Selatan	01° 36' 38,14"	Operator	Siswanto
Bujur Timur	103° 35' 48,31"	Tahun Pendirian	1974

Tahun **2018**

Tanggal	Bulan												Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
1	38	28	27,5	28	0	32	0	0	0	0	0	3,5	115 2744 116
2	0	0	0	14	14,5	0	0	0	0	0	98	0	
3	0	13	0	38	0	0	0	0	0	0	0	84	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	5	2	
5	0	36,4	0	17	0	0	0	0	0	0	20	17,2	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	12	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	77	0	0	7,4	
8	0	0	0	4,5	0	0	0	8	0	6	6,2	6,2	
9	16	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	2	
10	0	6,6	20,4	0	0	0	40	0	2	5	21,5	0	
11	0	0	32	0	2,8	0	0	0	37	12	35,5	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	15	6,4	
13	0	0	0	0	0	45	0	0	0	5	0	0	
14	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	76,5	0	
15	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,4	
16	0	0	0	21	22	0	0	0	0	0	17,5	77,2	
17	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	
18	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	32,5	38,5	
19	0	60	5	6	15	60	0	0	36	0	1	28,5	
20	0	0	22	15	0	0	0	0	0	0	0,5	0	
21	0	0	34	0	13	0	0	0	13	8	0	0	
22	0	0	5	11	12	0	0	10	0	25	4,2	2	
23	0	9,5	0	36	115	0	0	0	0	0	16,4	0	
24	0	0	0	0	0	15	0	35	0	8,5	0	0	
25	0	2,5	87,5	0	14	0	0	0	0	50	2,4	0	
26	0	7	24	44	8,5	0	0	0	0	0	0	0	
27	46	14	0	0	45	11	0	0	0	0	0	0	
28	32	3,5	4	0	0	0	0	0	0	45,5	32,6	0	
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	17		20	0	0	0	0	0	0	12	40	7	
31	0		3,5		0		0	55		7,5		17	
Hujan Maximum	46	60	88	44	115	60	40	55	77	50	105	84	115
Jml Curah Hujan	149	206	285	251	316	163	40	108	185	191	534	318	2744
Jml Hari Hujan	5	12	12	12	12	5	1	4	6	12	19	16	116
Hujan (1-15)	54	98	80	118	60	77	40	8	136	34	383	148	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hujan (16-31)	95	108	205	133	256	86	0	100	49	157	151	170	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Curah Hujan Harian (mm)

Nama Stasiun	Simp. III Sipin	Elevasi	
No Stasiun	01.34.A2.71.H.00.01	Tipe alat	Otomatis
Kab / Kota	Kota Jambi	Pemilik	BWSS VI
Lintang Selatan	01° 36' 38,14"	Operator	Siswanto
Bujur Timur	103° 35' 48,31"	Tahun Pendirian	1974

Tahun **2017**

Tanggal	Bulan												Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
1	0	42	0	45	1	0	0	0	0	0	0	0	135 2667 131
2	1	0	0	0	62,5	0	20	0	0	0	0	0	
3	0	0	0	8,5	36	0	25	0	0	0	0	0	
4	0	2,6	2	5,2	18	0	0	0	0	11	45	0	
5	0	0	0	11	0	0	11	0	34	13	4	15	
6	0	0	45	0	31	6,5	0	0	6,8	25	3	0	
7	0	0	1	0	0	9,5	0	0	10	44	8	0	
8	0	0	4	0	0	0	2,5	5,5	28	0	0	0	
9	0	0	0	81,5	5,5	0	0	0	0	0	52	0	
10	2	0	0	0	7,5	0	2	5	0	0	0	0	
11	0	0	0	36,5	0	19,2	4,5	2,5	0	16	68	0	
12	0	7	0	17	0	0	0	0	0	12	0	0	
13	58,2	12	28	2	0	135,2	0	0	0	0	0	16	
14	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
15	55	1,5	16	20	0	0	0	0	0	0	0	38	
16	0	2,5	0	0	0	0	0	21	0	0	45	0	
17	0	0	7,5	2,8	0	0	0	18	0	0	15	3,5	
18	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	30	0	
19	39,5	1,5	31,5	4	0	20	0	6,2	33	0	50	0	
20	0	10	0	1	28	40,2	0	0	0	0	0	6,5	
21	0	17	0	15,5	52,5	12	0	32	4	42	0	0	
22	35	10	0	2	0	0	0	10,5	0	0	0	9	
23	0	85,5	0	0	0	0	0	0	27	0	14	25	
24	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0	0	17	0	
25	0	0	0	7,5	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	12	1	88,5	0	4	0	0	0	0	0	4,5	
27	5	2	0	5,5	64	8	0	0	0	0	52	0	
28	0	9	0	1,5	0	0	0	0	0	0	23	7	
29	0		7	0	0	41	2	0	12	0	0	17	
30	0		1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
31	4,5		0		66		0	0		0		0	
Hujan Maximum	58	86	45	89	66	135	25	32	34	44	68	38	135
Jml Curah Hujan	200	222	145	355	374	296	67	101	155	163	426	164	2667
Jml Hari Hujan	8	15	12	18	12	10	7	8	8	7	14	12	131
Hujan (1-15)	116	72	96	227	162	170	65	13	79	121	180	87	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hujan (16-31)	84	150	49	128	213	125	2	88	76	42	246	77	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Curah Hujan Harian (mm)

Nama Stasiun	Simp. III Sipin	Elevasi	
No Stasiun	01.34.A2.71.H.00.01	Tipe alat	Otomatis
Kab / Kota	Kota Jambi	Pemilik	BWSS VI
Lintang Selatan	01° 36' 38,14"	Operator	Siswanto
Bujur Timur	103° 35' 48,31"	Tahun Pendirian	1974

Tahun 2016

Tanggal	Bulan												Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
1	0	13	0	0	0	0	0	4,5	0	0	6	0	70 1955 115
2	0	0	0	35	0	0	0	48	0	0	0	55	
3	0	0	1,8	0	6	0	0	15	0	25	8,5	12	
4	0	5	0	26	0	8	0	0	0	0	53	0	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	8,2	0	9,2	0	
6	0	12,4	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
7	0	18	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	
8	0	52,2	0	18,5	0	0	0	0	0	0	42	0	
9	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	35	0,4	0	0	0	0	4	43	
11	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	11,5	0	
12	0	18,6	20,2	0	0	0,2	0	0	9	0	20	0	
13	0	0	0	0	10,2	0	15	0	12	0	0	0	
14	24,5	0	0	2	10,2	0	0,5	0	0	4,6	0	7	
15	23,7	64	9,5	5	0	0	0	70	0	7	22,6	0	
16	0	20,2	0	9,5	0	0	0	0	0	0	0	18	
17	0	0	0	2	0	24	5	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	3	46	0	0	0	0	
19	37,9	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1,5	0	
20	0	0	0	20	0	0	0	16	0	0	57	0	
21	0	10,4	0	28	0	0	0	0	0	0	0	7	
22	0	2	42	0	0	12	0	0	0	7,5	7,8	4,5	
23	0	0	4,5	40	13,2	0	0	55	0	0	4	1,8	
24	0	5	3,5	9	0	16	28	0	5	0	0	0	
25	0	26	0	13,5	56	0	0	0	0	0	7,8	0	
26	0	0	8,4	36,5	0	0	0	0	3	2	16,5	0	
27	32,5	0	0	0	0	0	0	0	10	4	0	0	
28	0	60	4	0	8	0	0	0	0	0	8,5	0	
29	0	4,4	12	0	10,4	0	0	0	0	9,5	4,2	5	
30	0		0	0	0	0	0	0	0	9	8,8	0	
31	12,5		0		0		0	0		23		0	
Hujan Maximum	38	64	42	40	56	24	28	70	16	25	57	55	70
Jml Curah Hujan	131	321	108	245	171	61	58	255	63	92	293	158	1955
Jml Hari Hujan	5	15	10	13	9	6	6	7	7	9	18	10	115
Hujan (1-15)	48	193	34	87	83	9	16	138	45	37	177	122	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hujan (16-31)	83	128	74	159	88	52	42	117	18	55	116	36	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Curah Hujan Harian (mm)

Nama Stasiun	Simp. III Sipin	Elevasi	
No Stasiun	01.34.A2.71.H.00.01	Tipe alat	Otomatis
No In Database	Kota Jambi	Pemilik	BWSS VI
Lintang Selatan	01° 36' 38,14"	Operator	Siswanto
Bujur Timur	103° 35' 48,31"	Tahun Pendirian	1974

Tahun 2015

Tanggal	Bulan												Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
1	0	0	0	0	18,5	0	0	0	0	0	0	43,2	85 1244 39
2	0	0	38,2	0	0	41,2	41,7	0	0	0	0	0	
3	0	27,1	0	31,7	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	27,1	0	0	0	19,6	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	0	0	27,2	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	0	27,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	0	28,7	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	85,2	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,3	0	
11	0	36,7	28,3	0	0	0	0	0	0	0	13,4	26,3	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,5	17,2	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	44,2	0	0	0	0	0	
15	43,3	0	0	0	14,3	19,2	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	15,7	0	0	0	0	0	0	0	77,3	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,3	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42,1	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	18,2	0	0	0	0	0	0	0	0	
24	0	0	0	38,7	0	0	0	0	0	0	38,6	0	
25	57,3	0	0	17,4	0	0	0	0	0	0	0	35,7	
26	0	0	42,3	37,5	0	0	0	0	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,7	0	0	
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21,5	0	
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	0		0		0		0	0		0		18,2	
Hujan Maximum	57	37	42	39	85	41	44	0	0	14	42	77	85
Jml Curah Hujan	128	91	109	186	166	60	86	0	0	14	186	218	1244
Jml Hari Hujan	3	3	3	7	5	2	2	0	0	1	7	6	39
Hujan (1-15)	70	91	67	59	166	60	86	0	0	0	47	87	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hujan (16-31)	57	0	42	128	0	0	0	0	0	14	139	131	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Curah Hujan Harian (mm)

Nama Stasiun	Simp. III Sipin	Elevasi	
No Stasiun	01.34.A2.71.H.00.01	Tipe alat	Otomatis
No In Database	Kota Jambi	Pemilik	BWSS VI
Lintang Selatan	01° 36' 38,14"	Operator	Siswanto
Bujur Timur	103° 35' 48,31"	Tahun Pendirian	1974

Tahun 2014

Tanggal	Bulan												Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	28,3	0	0	0	0	
3	0,92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	25,1	0	0	0	0	0	0,97	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	36,1	0	0	0	14,7	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,6	
9	0	0	0	59,7	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	24,8	0	0	0	0	13,6	0	0	0	0	24,5	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	23,1	0	0	12,8	0	
12	0	0	0	0	0	0	29,3	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	36,5	0	0	17,6	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	24,5	0	0	0	31,7	25,7	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	48,5	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	38,6	0	0	0	0	0	0	12,5	0	0	
18	0	0	0	49,3	37,8	0	24,2	0	0	0	18,6	0	
19	0	0	0	0	0	0	22,4	0	0	0	0	76,2	
20	0	0	0,13	0	0	0	0	0	48,3	25,7	0	0	
21	0	0	0	28,6	0	0	21,5	0	0	12,8	0	27,3	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	0	23,5	0	0	0	56,6	0	0	0	32,6	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,4	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	0	0	56,8	0	0	0	0	
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21,6	0	0	
28	0	0	0	0	73,5	0	0	0	0	0	32,6	25,3	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
30	0		0	43,7	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	0		0		0		0	0		0		27,5	
Hujan Maximum	25	0	39	60	74	49	29	57	48	32	33	76	76
Jml Curah Hujan	51	0	39	241	148	87	98	197	48	104	142	207	1361
Jml Hari Hujan	3	0	2	6	3	3	5	6	1	5	6	6	46
Hujan (1-15)	51	0	0	96	37	38	30	84	0	32	63	18	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hujan (16-31)	0	0	39	145	111	49	68	113	48	73	79	189	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Curah Hujan Harian (mm)

Nama Stasiun	Simp. III Sipin	Elevasi	
No Stasiun	01.34.A2.71.H.00.01	Tipe alat	Otomatis
No In Database	Kota Jambi	Pemilik	BWSS VI
Lintang Selatan	01° 36' 38,14"	Operator	Siswanto
Bujur Timur	103° 35' 48,31"	Tahun Pendirian	1974

Tahun 2013

Tanggal	Bulan												Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
1	27,1	0	0	0	0	0	0	46,7	0	0	13,1	0	91 2135 73
2	0	0	0	18,5	0	0	0	34,4	0	0	0	0	
3	0	21,3	0	16,7	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	0	28,6	0	0	0	0	0	0	71,2	71,5	54,1	91,4	
6	25,6	41,7	31,2	0	34,2	0	41,2	0	83,6	3,6	0	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38,1	0	0	
8	0	0	51,4	0	12,1	0	0	0	0	0	23,9	48,2	
9	0	0	34,9	0	13,1	0	0	0	34,5	11,5	0	0	
10	0	0	0	0,91	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	21,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	22,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,1	
13	0	21,2	49,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	24,5	0	0	0	0	0	0	0	0	12,7	0	
15	0	0	53,6	31,6	0,97	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	39,1	48,2	0	24,7	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	21,5	31,6	0	0	0	0	0	36,7	0	0	0	
18	0	17,2	0	0	0	0	0	0	0	26,1	0	0	
19	0	0	25,6	0	13,1	26,1	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	46,7	0	17,1	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	38,7	22,2	0	0	0	0	0	0	
22	22,8	0	0,52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
23	0	0	38,5	0	24,7	0	0	0	0	0	0	0	
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	16,7	0	0	21,2	0	0	0	0	0	
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,5	0	
27	0	0	0	21,8	24,5	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	0	38,4	0	0	28,2	0	21,2	0	0	11,2	0	
29	28,8		0,78	0	0	0	46,7	0	0	0	0	0	
30	0,61		0	0	0	0,97	0	0	0	0	0	41,5	
31	0		0		0		0	0		0		0	
Hujan Maximum	29	42	54	32	39	28	47	47	84	72	54	91	91 2135 73
Jml Curah Hujan	149	215	451	106	203	77	109	102	226	151	152	194	
Jml Hari Hujan	7	8	13	6	10	4	3	3	4	5	6	4	
Hujan (1-15)	96	137	220	68	60	0	41	81	189	125	104	153	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hujan (16-31)	52	78	230	39	143	77	68	21	37	26	48	42	91 2135 73
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Curah Hujan Harian (mm)

Nama Stasiun	Sipin	Elevasi	
No Stasiun	01.34.A2.71.H.00.01	Tipe alat	Manual dan Otomatis
Kab / Kota	Kota Jambi	Pemilik	BWSS VI
Lintang Selatan	1° 36.636'S	Operator	Daryati
Bujur Timur	103° 35.805'E	Tahun Pendirian	1974

Tahun	2022
-------	------

[illegible]

Curah Hujan Harian (mm)

Nama Stasiun	Sipin	Elevasi	Manual dan Otomatis
No Stasiun	01.34.A2.71.H.00.01	Tipe alat	BWSS VI
Kab / Kota	Kota Jambi	Pemilik	Daryati
Lintang Selatan	1° 36.636'S	Operator	1974
Bujur Timur	103° 35.805'E	Tahun Pendirian	

Tahun 2021

Tanggal	Bulan												Tahunan
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	
1	0	0	60	0	0	0	0	6	2	0	0	0	140 2526 106
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.5	0	
3	40.2	0	0	0	0	1	0	0	10	0	0	0	
4	0	0	0	0	7.5	0	0	10.5	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	3	0	0	10	3	2.5	0	0	
6	0	0	116	12	0	0	0	0	0	14.5	0	0	
7	0	0	0	20	19.5	0	0	0	91	0	51.5	20	
8	12	0	10.5	6	0	0	0	0	0	3.5	0	0	
9	0	0	0	4.8	0	0	0	4.5	0	0	14	17.2	
10	0	0	0	0	0	0	17.5	0	0	140	0	0	
11	5.8	8	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	
12	17	6.2	0	0	0	0	108.5	0	22.5	9	22	0	
13	9.5	0	27	15.2	9	0	0	0	55	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	41.5	15	
15	0	0	0	0	0	4.5	0	9	0	0	0	0	
16	0	0	8.5	63	3	0	0	0	0	0	16	0	
17	24	9.4	18	8.5	24	67	0	0	0	0	72	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	21	25	0	0	33	
19	0	0	0	20	0	0	24.5	25	0	0	15.5	40	
20	0	0	36	0	8.5	0	0	3	0	17.5	0	0	
21	0	0	0	0	84	0	0	0	0	11	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	4	53	0	0	0	
23	0	0	0	0	0	0	59	41	12	0	17	35	
24	0	0	8	0	0	0	0	0	0	31	0	80	
25	0	10.5	0	0	0	0	0	0	0	64	4	23	
26	0	0	26	6.3	0	3	0	0	37	0	0	0	
27	25	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	0	0	0	4.8	20	0	0	0	5	0	0	0	
29	0		0	24	11.6	28	0	0	8.5	0	0	0	
30	0		25	0	7.5	0	0	20	0	0	0	0	
31	0		0		0		0	0		0		15	
Hujan Maximum	40	11	116	63	84	67	109	41	91	140	72	80	140
Jml Curah Hujan	134	34	339	185	205	106	210	154	324	293	265	278	2526
Jml.Hari Hujan	7	4	11	11	12	6	4	11	12	9	10	9	106
Hujan (1-15)	85	14	214	58	46	8	126	40	184	170	141	52	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hujan (16-31)	49	20	126	127	159	98	84	114	141	124	125	226	
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

LAMPIRAN-2

LUAS DAERAH TANGKAPAN
AIR

1. RUAS SALURAN KIRI 1



2. RUAS SALURAN KIRI 2



3. RUAS SALURAN KANAN 1



4. RUAS SALURAN KANAN 2

