

SKIRIPSI

**EVALUASI SALURAN DRAINASE TERHADAP
GENANGAN BANJIR DIKAWASAN DESA
KELAPAPATI**

*Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Sarjana Terapan
Jurusan Teknik Sipil*



Oleh :

WAN RIZKI FAHREZY

NIM : 4204211434

**JURUSAN TEKNIK SIPIL PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK
PERANCANGAN JALAN DAN JEMBATAN
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**

2025

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI SALURAN DRAINASE TERHADAP GENANGAN BANJIR DIKAWASAN DESA KELAPAPATI

*Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Sarjana Terapan
Jurusan Teknik Sipil*

Oleh :

WAN RIZKI FAHREZY

NIM : 4204211434

Di setujui Oleh Tim Penguji Skripsi :

Tanggal Ujian : 30 Juli 2025

Periode Wisuda : IX

1. **Oni Febriani, ST.,MT**
NIP.198002162014042001

(Pembimbing)

2. **Wahyuni Widiyanti, ST.M.Eng**
NIP.199212112025062006

(Penguji I)

3. **Boby Rahman, M.Ars**
NIP.198711072024211013

(Penguji II)

4. **Alamsyah, M.Eng**
NIP.198401122014041001

(Penguji III)

Bengkalis, 30 Juli 2025

Ketua Program Studi Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan



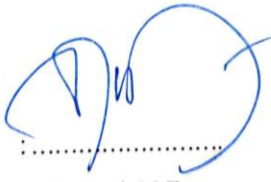
Lizar, M.T
NIP.198707242022031003

HALAMAN PENGESAHAN

Kami dengan sebenarnya menyatakan bahwa, kami telah membaca keseluruhan dari Skripsi ini, dan kami berpendapat bahwa Skripsi ini layak dan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan.

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 1 : Wahyuni Wahab,ST,M.Eng
Tanggal Pengujian : 30 Juli 2025

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 2 : Bobby Rahman,M.Ars
Tanggal Pengujian : 30 Juli 2025

Tanda Tangan : 
Nama Penguji 3 : Alamsyah,M.Eng
Tanggal Pengujian : 30 Juli 2025

EVALUASI SALURAN DRAINASE TERHADAP GENANGAN BANJIR DIKAWASAN DESA KELAPAPATI

Nama Mahasiswa : Wan Rizki Fahrezy

Nim : 420421143

Dosen Pembimbing : Oni Febriani,ST,MT

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase di Desa Kelapapati, Kecamatan Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, yang kerap mengalami genangan banjir saat hujan lebat.

Evaluasi dilakukan dengan mengumpulkan data curah hujan, data kondisi eksisting saluran, serta karakteristik wilayah. Analisis hidrologi menggunakan distribusi Log Normal sebagai pendekatan terbaik berdasarkan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov. Debit banjir dihitung dengan metode rasional, menghasilkan debit rencana sebesar 89,68 m³/detik untuk periode ulang 5 tahun. Evaluasi kapasitas saluran dilakukan dengan perangkat lunak HEC-RAS.

Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar saluran eksisting tidak mampu menampung debit tersebut, menyebabkan air meluap dan menggenangi permukiman. Selain itu, penyumbatan oleh sampah dan sedimen memperparah kinerja saluran. Kondisi ini menunjukkan perlunya peninjauan ulang dimensi saluran dan strategi pengelolaan drainase. Disarankan agar pemerintah setempat melakukan perencanaan ulang sistem drainase, melaksanakan pemeliharaan rutin, serta meningkatkan kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan saluran sebagai bagian dari upaya mitigasi banjir.

Kata kunci: drainase, banjir, debit rencana, HEC-RAS, Desa Kelapapati

EVALUATION OF DRAINAGE CHANNELS AGAINST FLOOD INUNDATION IN THE KELAPAPATI VILLAGE AREA

Student Name : Wan Rizki Fahrezy

Student ID : 4204211434

Academic Advisor : Oni Febriani, ST, MT

ABSTRACT

This study aims to evaluate the performance of the drainage system in Kelapapati Village, Bengkalis District, Bengkalis Regency, which frequently experiences flooding during heavy rainfall.

The evaluation involved collecting rainfall data, existing drainage conditions, and regional characteristics. Hydrological analysis employed the Log Normal distribution, determined as the best fit based on Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov tests. The design discharge was calculated using the rational method, yielding a planned peak discharge of 89.68 m³/s for a 5-year return period. Hydraulic capacity analysis was conducted using HEC-RAS software.

Results show that most of the existing drainage channels are unable to accommodate the planned discharge, leading to overflow and residential inundation. Additionally, blockages due to waste and sediment further reduce drainage performance. These conditions highlight the need to review channel dimensions and drainage management strategies. It is recommended that local authorities redesign the drainage system, implement regular maintenance, and raise public awareness about keeping channels clean as part of flood mitigation efforts.

Keywords: *drainage, flooding, design discharge, HEC-RAS, Kelapapati Village*

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah dilakukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan di perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar Pustaka.

Bengkalis, 30 Juli 2025



Wan Rizki Fahrezy
NIM : 4204211434

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat serta hidayah-Nya yang karena-Nya, penulis diberikan kemudahan dalam menyelesaikan Skripsi dengan Judul “Evaluasi Saluran Drainase Terhadap Genangan Banjir Dikawasan Desa Kelapapati”.

Kemudahan dalam melaksanakan dan pembuatan Skripsi ini juga mendapatkan bantuan dan dukungan dari pihak-pihak lain. Oleh karena itu, Saya sebagai penulis Skripsi ini mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua yang memberikan do’a dan dukungan sehingga Tugas Skripsi ini diselesaikan dengan baik.
2. Hendra Saputra,ST.,MSc, Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis.
3. Lizar,MT Selaku Ketua Prodi Teknik Perancangan Jalan Dan Jembatan Politeknik Negeri Bengkalis.
4. Oni Febriani,ST,MT Selaku Dosen Pembimbing Yang Telah Membimbing Serta Memberikan Pengarahan Dalam Mengerjakan Skripsi Ini.
5. Serta Semua Pihak Yang Telah Turut Serta Dalam Membantu Proses Pelaksanaan Dari Awal Kegiatan Pembuatan Skripsi Sampai Dengan Akhir Penyelesaian Ini Yang Tidak Dapat Disebutkan Satu Persatu.

Akhir kata penulis memohon maaf sebesar-besarnya apabila dalam tugas Skripsi ini terdapat hal-hal yang menyinggung dan semoga skripsi ini bisa bermanfaat.

Bengkalis, 30 Juli 2025



Wan Rizki Fahrezy

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Rumusan Masalah	2
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Drainase	6
2.3 Banjir	6
2.4 Analisis Hidrologi	6
2.4.1 Siklus Hidrologi	7
2.5 Curah Hujan	7
2.5.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan	9
2.5.2 Uji Probabilitas Data Curah Hujan	11
2.5.3 Metode Normal	12
2.5.4 Metode Log-Normal	13
2.5.5 Metode Gumbel	14
2.5.6 Metode Log-Pearson Type III	15
	vii

2.5.7 Uji Kecocokan Chi – Kuadrat (<i>Chi- Square</i>)	16
2.5.8 Uji Kecocokan Smirnov –Kolmogorof	17
2.6 Data Debit Rencana	18
2.6.1 Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Rasional	18
2.6.2 Program HEC-RAS	19
2.7 Kekerasan Manning Untuk Saluran	20
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Lokasi Penelitian	22
3.2 Perangkat Lunak/Keras Yang Digunakan	22
3.2.1 Perangkat Lunak	22
3.2.2 Perangkat Keras	23
3.3 Data Penelitian	25
3.4 Tahapan Penelitian	25
3.4.1 Tahap persiapan	25
3.4.2 Penentuan lokasi	26
3.4.3 Pengumpula data	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Analisa Curah Hujan Rencana	27
4.2 Uji Probabilitas Data Curah Hujan	28
4.2.1 Metode Normal	28
4.2.2 Metode Log-Normal	29
4.2.3 Metode Gumbel	30
4.2.4 Metode Log Pearson III	31
4.3 Uji Kecocokan Chi Kuadrat	31
4.3.1 Analisa Uji Kecocokan Chi-Kuadrat	32
4.3.2 Kesimpulan	33
4.4 Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov	33
4.4.1 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Log Normal	33
4.4.2 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Gumbel	34
4.4.3 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Log Pearson Type III	34
4.4.4 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Metode Normal	35

4.5 Rekapitulasi Uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov	35
4.6 Data DAS	36
4.7 Menghitung Debit Rencana	37
4.7.1 Metode Rasional	37
4.8 Perhitungan Dimensi Penampang Saluran Desa Kelapapati	38
4.9 Analisis Hidrolika	39
4.10 Redesain Dimensi Saluran	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN 1 DATA CROSS SECTION	45
LAMPIRAN 2 DATA CURAH HUJAN	61
LAMPIRAN 3 DOKUMENTASI	66
LAMPIRAN 4 HASIL HEC-RAS	68
LAMPIRAN 5 REDESAIN SALURAN DRAINASE	78

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. 1 Lokasi Penelitian Drainase	1
Gambar 2. 1 Siklus Hidrologi	7
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian	22
Gambar 3. 2 Waterpass	23
Gambar 3. 3 Tripod	23
Gambar 3. 4 Rambu Ukur	23
Gambar 3. 5 Meteran	24
Gambar 3. 6 Alat Tulis	24
Gambar 3. 7 Handphone	24
Gambar 3. 8 Laptop	25
Gambar 4. 1 Lokasi DAS Area Desa Kelapapati.	36
Gambar 4. 2 Profil Penampang Melintang	39
Gambar 4. 3 Hasil Analisa Running Menggunakan HecRas STA 0+000	40
Gambar 4. 4 Hasil Analisa Running Menggunakan HecRas STA 0+750	40
Gambar 4. 5 Kerusakan Drainase	41
Gambar 4. 6 Denah Redesain Dimensi Saluran Dari STA 0+000 Sampai 0+750	41
Gambar 4. 7 Redesain Dimensi Saluran Dari STA 0+000 Sampai 0+750	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Reduced Variate (YTr) sebagai Fungsi Periode Ulang	10
Tabel 2. 2 Reduced Mean (Yn)	10
Tabel 2. 3 Reduced Standart Deviation (Sn)	10
Tabel 2. 4 Reduced Variate (YT)	11
Tabel 2. 5 Tabel Persyaratan Parameter Statistik suatu distribusi	11
Tabel 2. 6 Nilai Dkritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat	16
Tabel 2. 7 Tabel Nilai ΔP kritis Smirnov-Kolmogorf	17
Tabel 2. 8 Tabel Nilai Kekerasan Manning	20
Tabel 3. 1 Form cross section Sebelum Melakukan Survey	26
Tabel 4. 1 curah hujan maksimum	27
Tabel 4. 2 Tabel Uji Probabilitas Metode Normal	28
Tabel 4. 3 Tabel Periode ulang , Metode Normal	29
Tabel 4. 4 Tabel Uji Probabilitas Metode Log Normal	29
Tabel 4. 5 Tabel Periode ulang , Metode Log Normal	29
Tabel 4. 6 Tabel Uji Probabilitas Metode Gumbel	30
Tabel 4. 7 Tabel Periode ulang , Metode Gumbel	30
Tabel 4. 8 Tabel Uji Probabilitas Metode Log Pearson Type III	31
Tabel 4. 9 Tabel Periode ulang , Metode Log Pearson Type III	31
Tabel 4. 10 Tabel Menghitung Nilai X_2 / X Kritis/ X Kuadrat Normal	32
Tabel 4. 11 Tabel Menghitung Nilai X_2 / X Kritis/ X Kuadrat Log Normal	32
Tabel 4. 12 Tabel Menghitung Nilai X_2 / X Kritis/ X Kuadrat Gumbel	32
Tabel 4. 13 Tabel Menghitung Nilai X_2 / X Kritis/ X Kuadrat Log Pearson Type III	33
Tabel 4. 14 Tabel perbandingan Nilai $X_2 < X_2$ cr	33
Tabel 4. 15 Tabel Uji Smirnov-Kolmogorov Log Normal	34
Tabel 4. 16 Tabel perhitungan uji Distribusi Gumbel dengan Metode Smirnof Kalmogorof	34
Tabel 4. 17 Tabel Uji Smirnov-Kolmogorov Log Pearson Type III	35
Tabel 4. 18 Tabel Uji Smirnov-Kolmogorov Normal	35
Tabel 4. 19 Tabel Rekapitulasi Uji Chi Kuadrat	35
Tabel 4. 20 Tabel Rekapitulasi Uji Smirnov Kolmogorof	36
Tabel 4. 21 Tabel Periode Ulang Curah Hujan Renacana	36
Tabel 4. 22 Tabel Perhitungan Debit Rencana	37
Tabel 4. 23 Tabel Rekapitulasi Metode Rasional	37
Tabel 4. 24 Tabel Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Drainase	38

DAFTAR SIMBOL

As	= Luas Penampang Saluran (m^2)
a	= Saluran Primer
b	= Saluran Sekunder
c	= Saluran Tersier
d	= Saluran Quarter
k	= Variable Standar (standardized variable) untuk x yang besarnya tergantung koefisien kemencangan G
KT	=Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang yang digunakan untuk analisis peluang
n	= Koefisien Kekasaran Manning
P	= Keliling basah saluran (m)
R	= Jari – jari hidrolis (m)
S	= Kemiringan Dasar Saluran
Sn	=Reduced standard deviation yang juga tergantung pada jumlah sampel/Data n
V	= Kecepatan rata-rata aliran di dalam saluran (m/det)
X	= Nilai rata-rata hitung variat
Xt	= Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan
Y	= Nilai rata-rata hitung variat
Yt	= Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T- tahunan
Yn	= Reduced mean yang tergantung jumlah sampel/data n
Ytr	= Reduced variate
A	= Luas Penampang Basah (m^2)
B	= Lebar dasar saluran (m)

h	= Tinggi muka air (m)
M	= Kemiringan dinding saluran
R	= Jari-jari hidrolis (m)
P	= Keliling basah saluran (m)
V	= Kemiringan dasar saluran
S	= Tinggi jagaan (m)
W	= Tinggi jagaan (m)
N	= Koordinat N (Y)
E	= Koordinat E (z)
Z	= Koordinat Z (z)
ZA	= Sudut Vertikal
HAR	= Sudut Horizontal kanan
Q	= debit air

BAB I

PENDAHULUAN

Drainase memiliki peran penting dalam mengendalikan aliran air hujan dan mencegah terjadinya genangan yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat. Ketidakseimbangan antara kapasitas saluran dengan debit air yang masuk sering menjadi penyebab utama banjir di wilayah perkotaan maupun pedesaan (Putra et al., 2020). Di Indonesia, permasalahan ini semakin kompleks akibat perubahan tata guna lahan, urbanisasi, dan minimnya perawatan saluran (Ananda & Yulistyorini, 2021).



Gambar 1. 1 Lokasi Penelitian Drainase
Sumber : Dokumentasi Penulis (2025)

Desa Kelapapati, Kecamatan Bengkalis, Kabupaten Bengkalis, merupakan salah satu wilayah yang kerap mengalami genangan saat hujan lebat. Kondisi ini disebabkan oleh kapasitas saluran drainase yang tidak memadai, adanya sedimentasi, tumpukan sampah, dan vegetasi liar yang menghambat aliran air. Fenomena serupa juga ditemukan pada berbagai studi di wilayah pesisir Indonesia, di mana keterbatasan sistem drainase menyebabkan limpasan permukaan yang tinggi dan banjir lokal (Lestari et al., 2022).

Evaluasi kapasitas drainase memerlukan pendekatan hidrologi dan hidrolika yang terintegrasi. Metode hidrologi digunakan untuk menentukan debit rencana berdasarkan data curah hujan dan luas daerah tangkapan, sedangkan analisis hidrolika menilai kemampuan penampang saluran dalam mengalirkan debit tersebut (Pratama et al., 2023). Beberapa penelitian telah memanfaatkan perangkat lunak HEC-RAS untuk memodelkan aliran dan mengidentifikasi segmen saluran yang tidak mampu menampung debit puncak (Sari & Nugroho, 2024).

Berdasarkan kondisi eksisting di Desa Kelapapati, diperlukan evaluasi menyeluruh untuk memastikan saluran drainase mampu mengalirkan debit rencana sesuai periode ulang yang ditetapkan. Hasil evaluasi diharapkan dapat menjadi dasar perencanaan perbaikan desain saluran, penentuan prioritas pemeliharaan, serta penyusunan strategi pengelolaan drainase yang berkelanjutan (Rahman et al., 2024).

1.1 Rumusan Masalah

Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan penanganan banjir di Desa Kelapapati melalui perencanaan sistem drainase yang efektif, dengan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem drainase pada kawasan desa kelapapati ?
2. Berapa debit yang dapat ditampung oleh drainase di kawasan desa kelapapati ?
3. Bagaimana Desain Sistem Jaringan Saluran Drainase yang sesuai Dikawasan Desa Kelapapati ?

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk Mengidentifikasi Kondisi Eksisting Saluran Drainase Di Desa Kelapapati, Kecamatan Bengkalis, Kabupaten Bengkalis.
2. Untuk Menganalisis Kapasitas saluran Drainase Menampung Debit Banjir Berdasarka data Curah Hujan Wilayah Tersebut.

3. Menghasilkan Desain Sistem Jaringan Saluran Drainase Yang Sesuai Dikawasan Desa Kelapapapati.

1.3 Batasan Masalah

Untuk penelitian ini agar lebih terarah, maka penulis membatasi masalah ini sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya akan dilakukan di Desa Kelapapati dan tidak mencakup daerah lain di sekitarnya.
2. Analisis akan dilakukan berdasarkan data curah hujan dan kejadian genangan yang tercatat selama 5 tahun terakhir, dengan fokus pada musim hujan.
3. Data Curah Hujan yang digunakan adalah data curah hujan dari 2018-2022.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat Mengetahui masalah banjir pada daerah tangkapan air di lokasi penelitian.
2. Untuk Bahan masukan serta pertimbangan dalam melakukan tugas skripsi tentang debit banjir rencana pada jalan kelapapati Tengah.
3. Untuk Memberikan Referensi Bagi penelitian selanjutnya serta sebagai perbandingan antar penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Sebelum melakukan penelitian mengenai evaluasi saluran drainase, peneliti terlebih dahulu melakukan tinjauan pustaka. Tinjauan pustaka yang dilakukan peneliti yaitu melakukan tinjauan dengan peneliti sebelumnya yang sama atau berkaitan dengan peneliti dilakukan. Berikut ada beberapa peneliti yang sama atau berkaitan yang peneliti jadikan acuan untuk melakukan penelitian ini :

1. Hidayah (2016) membahas tentang Evaluasi Kapasitas Saluran Sistem Drainase Desa Pulorejo Kecamatan Purwodadi Kabupaten Grobogan. Menurut pengamatan peneliti, kondisi drainase di Desa Pulorejo perlu mendapat perhatian khusus dikarenakan mengalami penurunan kualitas. Saluran drainase Desa Pulorejo berfungsi untuk mengalirkan air hujan dari area permukiman menuju sungai yang dibawa keluar Desa Pulorejo, sehingga perlu dilakukan evaluasi sistem drainase di Desa Pulorejo.

Metode pada penelitian ini menggunakan pengumpulan data elevasi dasar saluran dan dimensi saluran drainase bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemiringan yang terjadi di dasar saluran drainase. Analisis hidrologi yang digunakan adalah untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada daerah pengaliran kali Silandak. Penghitungan hujan wilayah dilakukan menggunakan metode Polygon Thiessen berdasarkan pengaruh dari tiga stasiun hujan terhadap luas DAS sungai Lusi yang tercakup di setiap stasiun hujan. Penentuan pola distribusi menggunakan distribusi Log Pearson III, namun lebih meyakinkan dilakukan uji kecocokan dengan uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov. Dan untuk penghitungan debit rencana menggunakan metode Rasional.

Dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa, Saluran drainase Desa Pulorejo Kecamatan Purwodadi secara keseluruhan dikatakan cukup baik, terbukti dengan tidak adanya genangan di beberapa titik lokasi. Debit banjir di Desa Pulorejo Kecamatan Purwodadi Kabupaten Grobogan dengan menggunakan periode ulang 2 dan 5 tahun untuk saluran primer. Kondisi eksisting kapasitas saluran di lapangan diperoleh kapasitas yang memenuhi adalah 6 saluran primer dan 45 saluran sekunder.

2. Pascawijayanti (2020) Membahas tentang Evaluasi saluran drainase untuk pengendalian banjir di jalan Sukowati Sragen. Menurut pengamatan peneliti, Daerah Jalan Sukowati sering terjadi genangan saat musim hujan yang sangat merugikan bagi masyarakat. Hal ini diakibatkan oleh kondisi muka air di saluran drainase meningkat dan meluap ke daerah sekitarnya. Sehingga, perlu evaluasi kondisi saluran drainase yang tidak dapat menampung debit rencana.

Data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer antara lain dimensi saluran dan kondisi saluran yang diperoleh dari survey lapangan. Sedangkan data sekunder antara lain data curah hujan maksimum tahunan stasiun Batu Jamus selama 20 tahun (2001-2020) diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Sragen, Metode perhitungan distribusi frekuensi curah hujan maksimum yang digunakan adalah metode distribusi Gumbel dan metode distribusi Log Pearson Type III.

Dari Hasil Penulis, evaluasi saluran drainase Jalan Sukowati menunjukkan bahwa kapasitas saluran drainase saat ini tidak cukup untuk menampung debit banjir. Ini karena debit saluran drainase saat ini lebih kecil dari debit saluran drainase yang direncanakan. Perencanaan ulang diperlukan untuk saluran drainase di sebelah Selatan dan Utara Jalan Sukowati. Ini dilakukan agar kapasitas saluran drainase di sebelah Selatan dan Utara Jalan Sukowati dapat menampung debit banjir, sehingga mengurangi banjir dan genangan.

2.2 Drainase

Drainase adalah sistem yang dirancang untuk mengelola kelebihan air dari suatu lahan. Menurut para ahli, seperti Suripin (2004), drainase berfungsi untuk mengalirkan, menguras, dan membuang air, baik dari hujan maupun rembesan, untuk mencegah genangan dan kerusakan lahan. Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat.

2.3 Banjir

Banjir biasanya didefinisikan sebagai debit sungai dalam tinggi atau debit sungai lebih tinggi dari normal. Ini terjadi karena hujan yang turun secara terus menerus di suatu tempat, membuat sungai tidak dapat menampung airnya, sehingga air melimpah keluar dan menggenangi wilayah sekitar sungai. Selain itu, banjir juga disebut banjir bandang. Banjir bandang adalah banjir besar yang muncul secara tiba-tiba dan mengalir dengan deras sehingga menghanyutkan benda-benda besar. Oleh karena itu, besarnya pasokan air banjir yang berasal dari air hujan yang jatuh dan diproses oleh DTA (catchment area) serta kapasitas tampung sungai untuk mengalirkan pasokan air tersebut merupakan faktor yang menentukan banjir (Wismarini & Ningsih, 2010).

2.4 Analisis Hidrologi

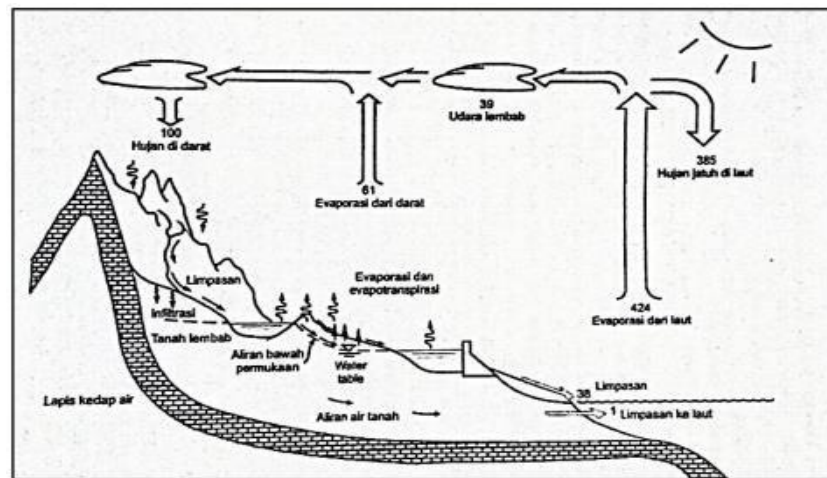
Bidang studi hidrologi mempelajari bagaimana dan mengapa air alami ada di Bumi. Curah hujan, atau presipitasi, adalah komponen hidrologi yang paling berdampak pada wilayah. Salah satu faktor yang mempengaruhi volume banjir yang terjadi di suatu wilayah adalah jumlah hujan yang terjadi (Soemarto, 1999).

Analisis hidrologi adalah kegiatan melakukan analisa hidroklimatologi dengan Menghitung hujan rencana antara lain, Metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Metode Distribusi Log-Person III, Dan Metode Distribusi Gumbel. Analisis hidrologi ini dilakukan guna mendapatkan karakteristik hidrologi dan

meteorologi Daerah Aliran Sungai. Dalam analisa hidrologi ini akan dihasilkan : kebutuhan tampung kolam, ketersediaan air, dan puncak banjir desain.

2.4.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi adalah aliran air yang terus menerus dari lautan ke udara dan kembali ke laut. Ini termasuk evaporasi, transpirasi, presipitasi, pergerakan masa udara, kondensasi, dan sirkulasi air tanah.



Gambar 2. 1 Siklus Hidrologi
Sumber : Triatmodjo (2008)

2.5 Curah Hujan

Hujan merupakan salah satu fenomena alam yang terdapat dalam siklus hidrologi dan sangat dipengaruhi iklim. Keberadaan hujan sangat penting dalam kehidupan, karena hujan dapat mencukupi kebutuhan air yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Tidak diragukan lagi jika curah hujan menjadi faktor utama dari besarnya debit air. Jika curah hujan dalam keadaan tidak tinggi, ada kemungkinan debit air Drainase pun juga tidak akan tinggi dan sudah tentu aliran di Drainase tidak begitu deras. Sedangkan saat curah hujan berada pada kondisi tinggi terutama di daerah hulu, sungai, kemungkinan besar debit air juga akan meningkat disertai dengan tingginya volume air drainase.

Sebelum data curah hujan diolah, perlu dilakukan pengecekan kontinuitas data, mengingat data yang tersedia sering kali tidak lengkap (terdapat kekosongan) dan dianggap sebagai data yang hilang. Kondisi ini dapat terjadi karena beberapa

alasan, seperti ketidaktahuan petugas dalam mencatat data di lokasi pengamatan atau kerusakan pada alat penakar hujan. Oleh karena itu, untuk keperluan analisis lebih lanjut, data yang ada perlu dilengkapi dengan memanfaatkan data curah hujan dari stasiun pengamatan terdekat, yaitu:

1. Curah hujan yang digunakan untuk analisis hidrologi diperoleh dari stasiun pengamatan curah hujan terdekat dengan lokasi perencanaan. Pengukuran curah hujan dapat dilakukan menggunakan alat konvensional yang hanya mencatat total curah hujan harian, atau alat otomatis yang mampu merekam karakteristik hujan berdasarkan durasi tertentu.(soewarno, 2000)

Data curah hujan yang diperoleh sering kali berupa data mentah yang belum dapat langsung digunakan. Oleh karena itu, data tersebut perlu diolah terlebih dahulu menggunakan metode statistik dan analisis regresi. Proses pengolahan ini bertujuan untuk mendapatkan prediksi hujan harian maksimum (dalam satuan mm selama 24 jam) yang terjadi sekali dalam periode ulang tertentu (*return period*) yang direncanakan. Secara umum, tahapan analisis curah hujan meliputi:

- a. Penyiapan data curah hujan;
- b. Tes konsistensi;
- c. Analisis frekuensi curah hujan;
- d. Analisis intensitas curah hujan;

$$R_x = \frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^{n-1} r_n \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

- n = jumlah stasiun pengamatan hujan
- rx = tinggi curah hujan pada stasiun yang akan dicari
- m = tinggi curah hujan pada stasiun pengamat lain

2. Apabila perbedaan antara curah hujan tahunan normal di stasiun yang memiliki data kosong dan stasiun pengamatan terdekat melebihi 10%, maka metode perbandingan normal perlu digunakan. Metode ini dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$R_x = \frac{1}{n-1} \times \left[\sum_{i=1}^{n-1} \frac{R_x}{R_n} r_n \right] \dots\dots\dots (2.2)$$

- R_x = tinggi curah hujan pada stasiun yang akan dicari
- R_x = hujan normal tahunan pada stasiun pengamat yang akan di cari
- n = jumlah stasiun pengamat hujan
- m = tinggi curah hujan pada stasiun pengamat lain
- R_n = hujan tahunan normal curah hujan pada stasiun pengamatan lain
- X = menunjukan system pengukur hujan yang datanya akan dicari
dan merupakan bilangan 1 sampai n

2.5.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Curah hujan maksimum yang diperkirakan terjadi dalam suatu periode ulang tertentu dapat dihitung menggunakan berbagai metode, seperti metode Gumbel, log normal, dan log Pearson III. Ketiga metode ini sering digunakan untuk menganalisis besarnya curah hujan harian maksimum karena mampu menangani data ekstrem secara efektif.

Hubungan antara kala ulang dan probabilitas dinyatakan dengan rumus $P = 1/T$. Probabilitas ini dapat dianalisis menggunakan distribusi normal, di mana besarnya kejadian banjir dan nilai probabilitas ($1/T$) yang diplot pada kertas probabilitas normal akan membentuk garis lurus. Pendekatan ini dapat dilakukan baik secara grafis maupun melalui analisis matematis.

1. Analisis Frekuensi

Tujuan dari analisis frekuensi data hidrologi adalah untuk menentukan besaran kejadian-kejadian ekstrem berdasarkan frekuensi terjadinya, dengan menggunakan pendekatan distribusi probabilitas. Parameter statistik data hujan yang perlu diperkirakan untuk pemilihan distribusi yang sesuai dengan sebaran data adalah:

$$a. \text{ Koefisien kepeccengan (Cs)} = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$b. \text{ Koefisien kepeccengan (Ck)} = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$c. \text{ Standar Deviasi (S)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.5)$$

$$d. \text{ Koefisien Variansi (cv) } C_v = \frac{s}{\bar{x}} \dots\dots\dots (2.6)$$

- e. Harga rata rata atau mean $\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ (2.7)

Dengan :

X_i = nilai sampel

N = Banyaknya data

Tabel 2. 1 Reduced Variate (YTr) sebagai Fungsi Periode Ulang

Periode Ulang, Tr (tahun)	Reduced Variate Ytr	Periode ulang Tr (tahun)	Reduced Variate Ytr
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)

Tabel 2. 2 Reduced Mean (Yn)

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	0,5236	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5236	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	0,5680	0,5610	0,5611

Sumber : Suripin, (2004)

Tabel 2. 3 Reduced Standart Deviation (Sn)

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	0,1413	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	1,1654	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
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	1,0930	1,2096

Sumber : Suripin, (2004)

Tabel 2. 4 Reduced Variate (YT)

PUT	YT
2	0,3665
5	1,5004
10	2,251
20	2,9709
50	3,9028
100	4,6012

Sumber : Suripin ,(2004)

2.5.2 Uji Probabilitas Data Curah Hujan

Uji data probabilitas adalah untuk menghitung curah hujan rencana dengan menggunakan metode normal. Log normal, Gumbel, log pearson type III, biasanya Pemilihan jenis distribusi probabilitas yang paling sesuai dilakukan dengan mencocokkan parameter data yang dianalisis dengan kriteria atau karakteristik masing-masing jenis distribusi

berikut Tabel ketentuan Uji Distribusi Probabilitas :

Tabel 2. 5 Tabel Persyaratan Parameter Statistik suatu distribusi

NO	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$Cs = 1,14$ $Ck = 5,4$
2	Normal	$Cs = 0$ $Ck = 3$
3	Log Normal	$Cs = C_v^3$ $Ck = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16$
4	Log Person III	Selain dari nilai di atas

Sumber : Bambang,T, 2008

2.5.3 Metode Normal

Metode distribusi normal adalah salah satu pendekatan statistic yang digunakan untuk menganalisis data hidrologi, seperti curah hujan maksimum tahunan. Distribusi ini sering digunakan karena kesederhanaan nyadan kemampuannya untuk memberikan estimasi yang cukup baik ketika data mengikuti normal. Distribusi normal adalah distribusi probabilitas kontinu yang berbentuk lonceng (*bell-shaped curve*). Distribusi ini ditentukan oleh dua parameter, yaitu :

1. Rata-rata(mean, μ) : menunjukkan pusat distribusi data.
2. Standar deviasi (standar deviation, σ): mengukur seberapa jauh data tersebar dari rata rata.

Langkah –langkah Analisis dengan metode Normal :

1. Pengumpulan data : kumpulkan data curah hujan maksimum tahunan selama beberapa tahun. Misalnya, data dari tahun 2014 hingga 2023
2. Perhitungan parameter. Hitung rata rata (μ)dan standar deviasi (σ) dari data yang dikumpulkan.

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

X_i = adalah nilai curah hujan maksimum pada tahun ke-I, dan N
adalah jumlah tahun pengamatan

3. Penentuann periode ulang (*Return period*): pilih periode ulang T yang digunakan misalnya 2,5,10,25,50, tahun
4. Menghitung nilai z : tentukan nilai z dari tabel distribusi normal kumulatif untuk probabilitas $1 - \frac{1}{T}$

$$P = 1 - \frac{1}{T}$$

Dimana :

Z = nilai dari tabel distribusi normal kumulatif untuk P

5. Menghitung Curah Hujan Periode Ulang , gunakan rumus berikut untuk menghitung curah hujan periode ulang (X_T):

$$X_T = \mu + Z \cdot \sigma \dots\dots\dots (2.9)$$

2.5.4 Metode Log-Normal

Distribusi log-normal merupakan distribusi probabilitas kontinu dari suatu variabel acak di mana logaritmanya mengikuti distribusi normal. Dalam bidang hidrologi, pendekatan log-normal sering diterapkan untuk menganalisis data curah hujan tahunan maksimum, terutama saat data menunjukkan skewness yang bersifat positif.

Langkah – langkah analisis Metode Log-Normal :

1. Pengumpulan Data : Kumpulkan data curah hujan maksimum tahunan selama beberapa tahun, misalnya data dari tahun 2014 hingga 2023
2. Transformasi logaritma : transformasikan data curah hujan x menjadi data logaritma $Y = \ln(X)$
3. Perhitungan Parameter : Hitungan rata-rata (μY) dan standar deviasi (σY) dari data yang telah ditransformasikan .

$$\mu Y = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i$$

$$\sigma Y = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (Y_i - \mu Y)^2} \dots\dots\dots (2.10)$$

4. Penentuan periode Ulang (*Return Period*) :pilih period ulang T yang diinginkan , misalnya 2, 5, 10.
5. Menghitung nilai z : tentukan nilai z dari tabel distribusi normal kumulatif untuk probabilitas $1 - \frac{1}{T}$

$$P = 1 - \frac{1}{T}$$

Dimana :

Z = nilai dari tabel distribusi normal kumulatif untuk P

6. Menghitung curah hujan periode ulang : gunakan rumus berikut untuk menghitung curah hujan periode ulang (X_T) dalam bentuk logaritma :

$$Y_T = \mu Y + Z \cdot \sigma Y \dots\dots\dots (2.11)$$

2.5.5 Metode Gumbel

Distribusi Gumbel adalah salah satu distribusi yang paling sering digunakan dalam analisis data hidrologi untuk memodelkan kejadian ekstrem, seperti curah hujan maksimum tahunan. Distribusi ini dikenal juga sebagai distribusi ekstrem tipe I. distribusi gumbel digunakan untuk memodelkan nilai ekstrem dari suatu dataset. Metode ini sangat cocok untuk data yang terdiri dari nilai puncak tahunan dan bertujuan untuk memprediksi kejadian yang sangat jarang terjadi dengan menggunakan distribusi probabilitas. Distribusi Gumbel memiliki dua parameter utama, yaitu :

1. Parameter lokasi : menentukan lokasi pusat distribusi
2. Parameter skala : menentukan penyebaran atau lebar distribusi

Langkah langkah Analisis dengan Metode Gumbel

1. Pengumpulan data : kumpulkan data curah hujan maksimum tahunan selama beberapa tahun, misalnya data dari tahun 2018 hingga 2022
2. Menghitung parameter lokasi (μ) dan Skala (β) : hitung rata rata ($X^{rata\ rata}$)

Dan standar deviasi (S) dari data.parameter lokasi (μ) dapat dihitung dengan rumus :

$$\mu = \bar{X} - 0,5772 \cdot \beta \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

0,5772 adalah konstanta Euler-Mascheroni.

Parameter skala (β) dapat dihitung dengan rumus :

$$\beta = \frac{s \sqrt{6}}{\pi}$$

3. Penentuan periode ulang (return period) : pilih periode ulang T yang diinginkan misalnya 2, 5, 10, tahun.
4. Menghitung nilai Gumbel Reduced Variate (Y_T) :

$$Y_T = - \ln (- \ln (\frac{T-1}{T})) \dots\dots\dots (2.13)$$

5. Menghitung curah hujan periode ulang (X_T) :

Gunakan rumusan berikut untuk menghitung curah hujan periode ulang:

$$X_T = \mu + \beta \cdot Y_T \dots\dots\dots (2.14)$$

2.5.6 Metode Log-Pearson Type III

Metode Log Pearson Type III adalah salah satu metode yang paling umum digunakan dalam analisis frekuensi hidrologi, terutama untuk analisis curah hujan dan debit maksimum tahunan. Metode ini sangat cocok untuk data yang memiliki skewnes atau ketidaksimetrisan, karena mampu mengakomodasi data yang menyimpang dari distribusi normal. Distribusi log-pearson type III adalah distribusi pearson Type III yang diterapkan pada logaritma dari data aslinya. Ini berarti bahwa kita pertama-tama mentransformasikan data ke dalam bentuk logaritma, dan kemudian menerapkan distribusi Pearson Type III Pada data yang ditransformasikan tersebut.

Langkah Analisis dengan Metode Log-Pearson Type III

1. Pengumpulan data : kumpulkan data curah hujan maksimum tahunan selama beberapa tahun. Misalnya data dari tahun 2014 hingga 2023.
2. Transformasi logaritma : transformasi data curah hujan X menjadi data logaritma $Y = \text{Log}(X)$
3. Perhitungan Parameter : hitung rata rata ($\bar{Y}^{rata\ rata}$) dan standar deviasi (S_Y) dari data yang telah ditransformasikan.

Hitunglah koefisien Skewnes (G) dari data yang telah ditransformasikan.

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i$$

$$S_Y = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$G = \frac{N \sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^3}{(N-1)(N-2)S_Y^3} \dots\dots\dots (2.16)$$

4. Penentuan periode ulang (return period): pilih periode ulang T yang diinginkan, misanya 2, 5, 10, tahun.
5. Menghitung nilai k : tentukan nilai K dari tabel distribusi pearson Type III untuk probabilitas $\frac{1}{T}$ dan koefisien skewness G
6. Menghitung curah hujan periode ulang

Gunakan rumus berikut untuk menghitung curah hujanperiode ulang (Y_T) dalam bentuk Logaritma

$$Y_T = \bar{Y} + K \cdot S_Y \dots\dots\dots (2.17)$$

Kemudian, transformasikan kembali ke bentuk aslinya :

$$Y_T = 10^{YT}$$

2.5.7 Uji Kecocokan Chi – Kuadrat (*Chi- Square*)

Uji kecocokan Chi-kuadrat adalah uji statistic yang digunakan untuk menentukan apakah suatu set data observasi sesuai dengan distribusi teoritis yang digarapkan . dalam konteks hidrologi, uji ini sering digunakan untuk mengevaluasi kecocokan data curah hujan atau aliran sungai dengan berbagai distribusi probabilitas seperti, normal, log normal, Gumbel, atau log pearson type III. Uji chi kuadrat membandingkan frekuensi yang diamati dalam data sampel dengan frekuensi yang diharapkan berdasarkan distribusi teoritis. Hasil perbandingan ini dinyatakan dalam bentuk statistic chi-kuadrat (χ^2), yang kemudian dibandingkan dengan nilai kritis dari tabel chi kuadrat untuk menentukan apakah perbedaan antara data observari dan distribusi teoritis adalah signifikan atau tidak.(soewarno, 1995, dalam sudarmin,2017).

Tabel 2. 6 Nilai Dkritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat

DK	Derajat Kepercayaan (a)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,869
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	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	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,438	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,275	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	32,901

DK	Derajat Kepercayaan (α)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
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	27,487	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	7,663	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,140	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,641	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,620	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,636	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,884	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	42,194	46,963	49,645
28	12,416	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	42,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber : Suripin, 2004

2.5.8 Uji Kecocokan Smirnov –Kolmogorof

Dari hasil perhitungan distribusi Probabilitas ,akan di uji kembali dengan menggunakan metode Smirnov- Kalmogorov, dengan ke 4 metode , yaitu normal, log normal, gumbel, log pearson III, data yang lolos dari uji dengan chi kuadrat dan Smirnov-kalmogorof akan digunakan untuk menghitung debit banjir rencana.

Berikut panduan untuk menentukan ketentuan nilai uji Smirnov-Kolmogorov

Tabel 2. 7 Tabel Nilai ΔP kritis Smirnov-Kolmogorof

N	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

N	α (derajat kepercayaan)			
	0,20	0,10	0,05	0,01
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
$N > 50$	$\frac{107}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber : Suripin, 2004

2.6 Data Debit Rencana

Debit rencana ini di gunakan pada saat proses analisa genangan saluran baik saluran alami maupun saluran buatan, debit rencana yang sudah di olah akan langsung di gunakan untuk proses analisa genangan. Sebelum masuk ke dalam tahap analisa genangan harus memlalui beberapa tahap perhitungan mulai dari tahap uji Metode Rasional.

2.6.1 Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Rasional

Pengertian Debit Air Secara umum, debit erat kaitannya dengan ilmu hidrologi dan merupakan sejumlah besar dari volume air yang mengalir termasuk sedimen padatan (pasir), mineral terlarut (magnesium klorida), dan bahan biologis lainnya seperti alga secara bersama – sama mengalir melalui luas penampang melintang tertentu. Sedangkan debit air dapat diartikan sebagai ukuran dari banyaknya volume air yang mampu melewati suatu tempat ataupun yang dapat ditampung di dalam sebuah tempat per satuan waktu. Ternyata istilah debit tidak hanya berhubungan dengan air saja, namun juga dapat ditemukan di bidang lain seperti aliran gas.

Untuk debit air drainase sendiri merupakan tinggi permukaan air drainase yang diukur dengan menggunakan alat ukur khusus permukaan air Drainase. Pengukuran dapat dilakukan setiap hari, terutama saat musim hujan tiba, sebab saat itu biasanya debit air drainase akan meningkat jika dibandingkan pada hari biasa.

$$Q = 0,278 \times C \times A \times I \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

Q = Debit banjir rencana

A = Luas daerah pengaliran

I = Intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi

C = Koefisien pengakiran

2.6.2 Program HEC-RAS

Program HEC-RAS adalah sebuah paket perangkat lunak yang dikembangkan oleh American Society of Civil Engineers (ASCE). Program ini menggunakan langkah-langkah standar sebagai dasar perhitungannya dan dapat digunakan untuk menghitung berbagai jenis aliran, termasuk aliran tunak, aliran berubah lambat, dan aliran kritis serta superkritis. Program HEC-RAS juga dapat digunakan untuk menghitung profil muka air di sepanjang ruas sungai. Data masukan yang diperlukan untuk program ini meliputi data penampang sungai, profil memanjang sungai, parameter hidraulik sungai, parameter konstruksi sungai, debit, dan tinggi muka air di muara.

HEC-RAS merupakan aplikasi yang dibuat oleh Hydrologic Engineering Center (HEC) yang merupakan salah satu divisi dari Institute for Water Resources (IWR) dibawah US Army Corps of Engineer (USACE) yang digunakan untuk memodelkan aliran di sungai. HEC-RAS adalah model dua dimensi aliran tetap maupun tidak tetap.

Pada program ini diperlukan data penampang melintang maupun memanjang sungai dan data debit banjir rancangan hasil perhitungan. Data yang ada akan dimasukkan ke dalam program dan akan menghasilkan keluaran hasil berupa sifat dan karakteristik saluran yang meliputi elevasi muka air, muka air kritis, kecepatan, luas daerah aliran dan bilangan Fraude.

Secara umum, program HEC-RAS dapat digunakan dalam menghitung aliran tunak berubah perlahan dengan penampang saluran prismatic ataupun non-prismatic, baik untuk aliran subkritis maupun superkritis. Selain itu HEC-RAS juga dapat digunakan untuk menghitung saluran gabungan dan menghitung profil muka air dengan data yang sudah diolah sebelumnya dengan kriteria yang ada. Program HEC-RAS dianjurkan dalam analisa jaringan sungai maupun analisa

jaringan drainase. Pada HEC-RAS terdapat tiga komponen analisa hidrolika, diantaranya :

1. Perhitungan profil muka air steady flow
2. Simulasi aliran unsteady flow

Komponen-komponen ini menghitung profil ketinggian air secara iteratif dari data yang telah diolah sesuai kriteria standar perangkat lunak. Keluaran program mencakup grafik atau tabel, seperti pola aliran, penampang, kurva evaluasi, hidrodinamika (level hidraulik dan debit), serta variabel hidraulik lainnya. Selain itu, dapat menampilkan model saluran sungai 3D beserta alirannya.

2.7 Kekerasan Manning Untuk Saluran

Nilai kekasaran Manning (n) merupakan salah satu parameter penting dalam analisis aliran pada saluran terbuka, seperti sungai, karena menunjukkan tingkat kekasaran permukaan dasar dan dinding saluran yang memengaruhi kecepatan aliran air. Nilai ini digunakan dalam persamaan Manning untuk menghitung debit atau kecepatan aliran berdasarkan bentuk penampang, kemiringan dasar, dan kondisi permukaan aliran.

Berikut tabel kekerasan manning yang bisa di pakai untuk wilayah bengkalis tepatnya di desa Air Putih:

Tabel 2. 8 Tabel Nilai Kekerasan Manning

Saluran	Keterangan	Manning n
Tanah	Lurus, Baru, Seragam, Landai Dan Bersih	0.016 – 0.033
	Berelok, Landai, Dan Berumput	0.023 – 0.040
	Tidak Terawat Dan Kotor	0.050 – 0.140
	Tanah Berbatu, Kasar Dan Tidak Teratur	0.035 – 0.045
Pasangan	Batu Kosong	0.023 – 0.035
	Pasangan Batu Belah	0.017 – 0.030
Beton	Halus, Sambungan Baik dan Rata	0.014 – 0.018
	Kurang Halus Dan Sambungan Kurang Rata	0.018 – 0.030

Sumber : Suripin, 2004

Dalam aplikasi HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), nilai kekasaran Manning menjadi salah satu input utama dalam

simulasi aliran satu dimensi (1D) maupun dua dimensi (2D). Koefisien ini digunakan dalam persamaan aliran energi dan momentum, khususnya dalam perhitungan kecepatan aliran dan tinggi muka air pada setiap segmen sungai.

Pemilihan nilai Manning yang tepat sangat penting karena secara langsung memengaruhi hasil simulasi, seperti luas genangan, tinggi muka air, dan kecepatan arus. Nilai yang terlalu kecil dapat menyebabkan aliran tampak lebih cepat dan genangan terlihat lebih kecil dari kondisi sebenarnya, sedangkan nilai yang terlalu besar bisa memperkirakan banjir yang berlebihan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini Terletak dijalan Kelapapati Tengah, desa kelapapati, Kec. Bengkalis, Kab. Bengkalis, Prov. Riau. Dimana Titik Patok Pada STA 0+000 Berada Dikoordinat $1^{\circ}28'33''\text{N}$ $102^{\circ}06'15''\text{E}$ Dan Titik STA 0+750 Berada Dikoordinat $1^{\circ}28'46''\text{N}$ $102^{\circ}05'55''\text{E}$



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian
Sumber : Google Earth (2025)

3.2 Perangkat Lunak/Keras Yang Digunakan

Adapun perangkat keras dan lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Perangkat Lunak

1. Microsoft Word

Microsoft Word Digunakan untuk menulis Penelitian.

2. Microsoft Excel

Microsoft Excel Digunakan untuk mengolah data penelitian.

3. Google Earth

Google Earth Digunakan untuk Mengambilkan Peta Kawasan Penelitian.

4. Hec- Ras

Hec-Ras Digunakan untuk Memodelkan Aliran Seperti Sungai, Drainase, Dan Lain- Lain.

3.2.2 Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Waterpass

Waterpass alat ukur yang digunakan untuk menentukan posisi rata suatu benda atau garis secara horizontal maupun vertikal.



Gambar 3. 2 Waterpass
Sumber : google (2025)

2. Tripod

Tripod Digunakan sebagai dudukan waterpass agar alat ini lebih stabil.



Gambar 3. 3 Tripod
Sumber : google (2025)

2. Rambu Ukur

Rambu Ukur Digunakan sebagai alat bantu dalam menentukan beda tinggi dan mengukur jarak dengan menggunakan alat.



Gambar 3. 4 Rambu Ukur
Sumber : google (2025)

4. Meteran

Meteran Digunakan Adalah meteran gulung. Berfungsi sebagai pengukur jarak pada saat dilapangan.



Gambar 3. 5 Meteran
Sumber : google (2025)

5. Alat Tulis

Untuk mencatat data-data yang di didapatkan/diperoleh dilapangan.



Gambar 3. 6 Alat Tulis
Sumber : google (2025)

6. Handphone

Digunakan untuk mengamil dokumentasi dilapangan



Gambar 3. 7 Handphone
Sumber : google (2025)

7. Laptop

Laptop berfungsi untuk menginput dan mengolah data dari hasil yang didapat dilapangan.



Gambar 3. 8 Laptop
Sumber : google (2025)

3.3 Data Penelitian

Adapun Tahap data penelitian terdiri dari data primer dan data sekunder, ialah Sebagai berikut:

1. Data primer

Data primer diperoleh dengan melakukan observasi lapangan yaitu:

- a. Melakukan pengukuran dimensi saluran dengan bantuan alat ukur berupa roll meter dan alat tulis untuk mencatat hasil pengukuran.
- b. Melakukan pengukuran elevasi dengan alat berupa waterpass beserta alat pendukung lain yaitu tripod, rambu ukur, roll meter, dan alat tulis untuk mencatat hasil pengukuran.

2. Data sekunder

Data sekunder yang diperlukan diantaranya yaitu:

- a. Pengumpulan data hidrologi berupa data curah dengan kurun waktu 5 tahun terakhir.

3.4 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan yang harus dilakukan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

3.4.1 Tahap persiapan

Tahap persiapan yaitu terdiri dari:

- a. Penyiapan modul yang berhubungan dengan topik peniltian yang dilakukan.
- b. Penentuan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat dari peneltian yang dilakukan.

3.4.2 Penentuan lokasi

Untuk penentuan lokasi penelitian ini dilakukan dikawasan desa kelapapati,tetapi diambil kawasan yang tergenang banjir dipermukiman warga sekitar.

3.4.3 Pengumpula data

Data yang dikumpulkan berupa data primer,yaitu data yang diperoleh dari pengamatan dan pengukuran lahngsung dilapangan, adapaun data yang diperoleh dari lapangan yaitu cross section, berikut ini adalah pengamilan data dilapangan:

1. Cross section

Adapaun data yang diambil dilapangan pada pengukuran cross section yaitu berupa bacaan benang atas, benang tengah, benang bawah, sudut, dan tinggi alat dengan menggunakan alat waterpass, rambu ukur dan meteran.

Tabel 3. 1 Form cross section Sebelum Melakukan Survey

Tinggi alat	STA	Bacaan Benang			Sudut
		BA	BT	BB	

Sumber : Penulis 2025

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Curah Hujan Rencana

Analisa curah hujan rencana adalah analisa curah hujan untuk mendapatkan tinggi curah hujan tahunan tahun ke n yang mana akan digunakan untuk mencari debit banjir rancangan. Jika di dalam suatu areal terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat di ambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan area. Seperti pada tabel 4.1 adalah data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Desa Prapat Tunggal, kecamatan bengkalis.

Tabel 4. 1 curah hujan maksimum

NO	TAHUN	CH	DATA DARI BESAR KE KECIL
1	2018	183.5	183.5
2	2019	90.6	103.4
3	2020	100.8	100.8
4	2021	103.4	99.4
5	2022	99.4	90.6
JUMLAH N = 5 TAHUN		578	
RATA RATA		115.54	

Sumber :Olahan Data 2025

Berdasarkan data dari Stasiun Desa Prapat Tunggal selama lima tahun (2018–2022), diperoleh curah hujan maksimum tahunan yang bervariasi antara 90,6 mm hingga 183,5 mm, dengan rata-rata sebesar 115,54 mm. Data ini menjadi dasar untuk analisis probabilitas dan penentuan curah hujan rencana.



Sumber :Olahan Data Grafik Curah Hujan 2025

Dari data curah hujan rata-rata maksimum tersebut kemudian kemudian dihitung pola distribusi sebarannya dengan menggunakan perhitungan analisa frekuensi. Distribusi sebaran yang akan dicari analisa frekuensinya antara lain adalah distribusi gumbel, distribusi log normal dan distribusi log pearson tipe III.

4.2 Uji Probabilitas Data Curah Hujan

Uji probabilitas data curah hujan merupakan langkah penting dalam analisis hidrologi untuk memahami karakteristik data dan menentukan metode analisis yang tepat. Terdapat empat metode yang umum digunakan dalam uji probabilitas data curah hujan, yaitu distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III. Dengan menggunakan metode-metode tersebut, kita dapat memahami pola dan distribusi data curah hujan, serta menentukan metode analisis yang tepat untuk digunakan dalam analisis hidrologi lebih lanjut.

4.2.1 Metode Normal

Setelah dilakukan perhitungan uji probabilitas curah hujan menggunakan Metode Normal, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Tabel Uji Probabilitas Metode Normal

METODE NORMAL				
NO	TAHUN	HUJAN HARIAN	XI - XRT	(XO-XRT)^2
1	2018	183.5	183.50	33672.25
2	2019	90.6	90.60	8208.36
3	2020	100.8	100.80	10160.64
4	2021	103.4	103.40	10691.56
5	2022	99.4	99.40	9880.36
JUMLAH		578		72613.17
Xrt		115.54		
SD		38.29		

Sumber :Olahan Data 2025

Berikut ini merupakan hasil perhitungan probabilitas curah hujan untuk Metode Normal periode ulang 5 Tahun.

Tabel 4. 3 Tabel Periode ulang , Metode Normal

NO	PERIODE ULANG	Xrt	Kt	s	XT
1	2	115.54	0.00	38.29	115.54
2	5	115.54	0.84	38.29	147.71

Sumber :Olahan Data 2025

Hasil uji probabilitas menggunakan distribusi Normal menunjukkan nilai standar deviasi sebesar 38,29 mm. Nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 5 tahun dihitung sebesar $\pm 141,40$ mm. Metode ini menjadi salah satu alternatif dalam menentukan distribusi terbaik.

4.2.2 Metode Log-Normal

Berdasarkan hasil perhitungan uji probabilitas curah hujan menggunakan Metode Log-Normal, diperoleh nilai curah hujan rencana sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Tabel Uji Probabilitas Metode Log Normal

Metode Log Normal					
NO	TAHUN	HUJAN HARIAN	Log Xi	Log Xi - Log xrt	(Log Xi - Log Xtr)^2
1	2018	183.5	2.26	2.26	5.124
2	2019	90.6	1.96	1.96	3.830
3	2020	100.8	2.00	2.00	4.014
4	2021	103.4	2.01	2.01	4.058
5	2022	99.4	2.00	2.00	3.990
JUMLAH			10.24		21.02
LOG Xrt			2.05		
S Log X			0.12		

Sumber :Olahan Data 2025

Dari Hasil perhitungan curah hujan rencana berdasarkan analisis probabilitas untuk periode ulang 5 di desa kelapapati Adalah Sebagai Berikut :

Tabel 4. 5 Tabel Periode ulang , Metode Log Normal

NO	PERIODE ULANG	Log Xrt	Kt	S Log X	Log Xr	XT
1	2	2.05	0.00	0.12	2.05	111.49
2	5	2.05	0.84	0.12	2.15	141.40

Sumber :Olahan Data 2025

Pada metode Log Normal, hasil perhitungan menunjukkan log rata-rata sebesar 2,05 dan standar deviasi log sebesar 0,12. Untuk periode ulang 5 tahun, diperoleh

curah hujan rencana sebesar 141,40 mm. Metode ini menunjukkan hasil yang konsisten dan nantinya digunakan dalam perhitungan debit.

4.2.3 Metode Gumbel

Berdasarkan perhitungan uji probabilitas curah hujan dengan menggunakan Metode Gumbel, diperoleh curah hujan rencana untuk periode ulang tertentu sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Tabel Uji Probabilitas Metode Gumbel

Metode Gumbel				
NO	TAHUN	HUJAN HARIAN	Xi-Xrt	(Xi-Xrt) ²
1	2018	183.5	183.50	33672.25
2	2019	90.6	90.60	8208.36
3	2020	100.8	100.80	10160.64
4	2021	103.4	103.40	10691.56
5	2022	99.4	99.40	9880.36
JUMLAH		578		72613.17
LOG Xrt		115.54		
SX		38.29		

Sumber :Olahan Data 2025

Dari Hasil perhitungan curah hujan rencana berdasarkan analisis probabilitas untuk periode ulang 5 di desa kelapapati Adalah Sebagai Berikut :

Tabel 4. 7 Tabel Periode ulang , Metode Gumbel

NO	PERIODE ULANG	Xrt	Yt	Yn	Sn	Kt	Sx	Nt
1	2	115.54	0.3065	0.5128	0.9497	-0.2172	38.29	107.22
2	5	115.54	1.4999	0.5128	0.9497	1.0394	38.29	155.34

Sumber :Olahan Data 2025

Distribusi Gumbel memberikan hasil curah hujan rencana yang hampir serupa, dengan nilai rata-rata 115,54 mm dan standar deviasi 38,29 mm. Ini mengindikasikan bahwa kejadian curah hujan ekstrem dapat dimodelkan dengan distribusi ini secara efektif.

4.2.4 Metode Log Pearson III

Berdasarkan hasil perhitungan uji probabilitas curah hujan menggunakan Metode Log Pearson Type III, diperoleh nilai curah hujan rencana untuk masing-masing periode ulang sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Tabel Uji Probabilitas Metode Log Pearson Type III

Metode Log Pearson Type III						
NO	TAHUN	HUJAN HARIAN	Log Xi	Log Xi-Log Xrt	(Log Xi-Log Xrt) ²	Log Xi-Log Xrt ³
1	2018	183.5	2.26	2.26	5.12	11.60
2	2019	90.6	1.96	1.96	3.83	7.50
3	2020	100.8	2.00	2.00	4.01	8.04
4	2021	103.4	2.01	2.01	4.06	8.18
5	2022	99.4	2.00	2.00	3.99	7.97
Log Xrt			2.05			
S Log X			0.12			
Cs			2861.63			

Sumber :Olahan Data 2025

Dari Hasil perhitungan curah hujan rencana berdasarkan analisis probabilitas untuk periode ulang 5 di desa kelapapati Adalah Sebagai Berikut :

Tabel 4. 9 Tabel Periode ulang , Metode Log Pearson Type III

NO	PERIODE ULANG	Log Xrt	Kt	S Log X	Log Xt	Xt
1	2	2.05	0	0.12	2.05	111.49
2	5	2.05	0.84	0.12	2.15	141.40

Sumber :Olahan Data 2025

Metode ini menghasilkan curah hujan rencana yang sama pada periode ulang 5 tahun, yakni 141,40 mm, menandakan bahwa data yang digunakan memiliki pola distribusi logaritmik yang seimbang. Namun, metode ini memiliki kecenderungan lebih kompleks secara teknis.

4.3 Uji Kecocokan Chi Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat (Chi-Square) digunakan untuk mengetahui tingkat kecocokan antara data distribusi frekuensi hasil observasi dengan distribusi frekuensi hasil perhitungan dari model distribusi probabilitas tertentu. Uji ini dilakukan untuk memastikan apakah model distribusi yang digunakan, seperti

Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III, sesuai dengan data curah hujan yang dianalisis.

Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari analisis uji kecocokan Chi-Kuadrat terhadap keempat metode distribusi, yaitu Metode Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III:

4.3.1 Analisa Uji Kecocokan Chi-Kuadrat

Tabel 4. 10 Tabel Menghitung Nilai X^2 / X Kritis/ X Kuadrat Normal

Normal					
KELAS	INTERVAL	EF	OF	OF-EF	$(OF-EF)^2/EF$
1	> 128.165	1	1	0	0.00
2	105.292 - 128.165	1	0	-1	1.00
3	85.908 - 105.292	1	0	-1	1.00
4	63.035 - 85.908	1	0	-1	1.00
5	< 63.035	1	4	3	9.00
Σ		5	5		12.00

Sumber :Olahan Data 2025

Tabel 4. 11 Tabel Menghitung Nilai X^2 / X Kritis/ X Kuadrat Log Normal

Log Normal					
KELAS	INTERVAL	EF	OF	OF-EF	$(OF-EF)^2/EF$
1	> 121.943	1	1	0	0.00
2	98.217 - 121.943	1	0	-1	1.00
3	81.763 - 98.217	1	0	-1	1.00
4	65.855 - 81.763	1	4	3	9.00
5	< 65.855	1	0	-1	1.00
Σ		5	5		12.00

Sumber :Olahan Data 2025

Tabel 4. 12 Tabel Menghitung Nilai X^2 / X Kritis/ X Kuadrat Gumbel

Gumbel					
KELAS	INTERVAL	EF	OF	OF-EF	$(OF-EF)^2/EF$
1	> 136.614	1	1	0	0.00
2	102.806 - 136.614	1	0	-1	1.00
3	78.954 - 102.806	1	4	3	9.00
4	55.959 - 78.954	1	0	-1	1.00
5	< 79.228	1	0	-1	1.00
Σ		5	5		12.00

Sumber :Olahan Data 2025

Tabel 4. 13 Tabel Menghitung Nilai X^2 / X Kritis/ X Kuadrat Log Pearson Type III

Log Pearson Type III					
KELAS	INTERVAL	EF	OF	OF-EF	$(OF-EF)^2/EF$
1	> 118.809	1	1	0	0.00
2	89.909 - 118.809	1	0	-1	1.00
3	75.841 - 89.909	1	3	2	4.00
4	65.518 - 89.909	1	0	-1	1.00
5	< 65.518	1	1	0	0.00
Σ		5	5		6.00

Sumber :Olahan Data 2025

4.3.2 Kesimpulan

Nilai X^2 kritis dengan Jumlah data (n) = 5, $\alpha=5\%$ dan $DK = 2$ adalah 5,991,nilai panduan ini atau nilai acuan ini di dapat dari tabel (2.7 Nilai Dkritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat)

Tabel 4. 14 Tabel perbandingan Nilai $X^2 < X^2_{cr}$

distribusi frekuensi	X^2	X^2_{cr}
Gumbel	12.00	5,991
normal	12.00	5,991
Log Normal	6.00	5,991
Log pearson Type III	10.00	5,991

Sumber :Olahan Data 2025

Hasil uji Chi-Kuadrat menunjukkan bahwa distribusi Log Normal memberikan nilai X^2 terkecil yang masih berada di bawah nilai kritis 5,991. Hal ini juga dikonfirmasi oleh uji Smirnov-Kolmogorov, yang menunjukkan nilai $D_{max} < D_{kritis}$. Maka, distribusi Log Normal dipilih sebagai distribusi terbaik untuk analisis hidrologi pada studi ini.

4.4 Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov

Uji ini digunakan untuk mengetahui apakah data curah hujan yang diamati mengikuti salah satu dari distribusi probabilitas yang dianalisis, seperti Normal, Log-Normal, Gumbel, dan Log Pearson Type III.

4.4.1 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Log Normal

Berikut ini merupakan hasil perhitungan uji kecocokan Smirnov–Kolmogorov menggunakan Metode Log Normal:

Tabel 4. 15 Tabel Uji Smirnov-Kolmogorov Log Normal

Log Normal							
i	Xi (dari besar ke kecil)	Log Xi	P (Xi)	f (t)	luas dibawah kurva	P' (Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8 = 7-4
1	183.5	2.26	1.00	1.76	0.9608	0.04	0.96
2	103.4	2.01	2.00	-0.27	0.3936	0.61	1.39
3	100.8	2.00	3.00	-0.36	0.3557	0.64	2.36
4	99.4	2.00	4.00	-0.41	0.3409	0.66	3.34
5	90.6	1.96	5.00	-0.73	0.2327	0.77	4.23
JUMLAH	578						
Log Xrt	2.05						
S Log X	0.12						
Max							4.23

Sumber :Olahan Data 2025

4.4.2 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Gumbel

Berikut ini merupakan hasil perhitungan uji kecocokan Smirnov–Kolmogorov menggunakan Metode Gumbel:

Tabel 4. 16 Tabel perhitungan uji Distribusi Gumbel dengan Metode Smirnof Kalmogorof

No	Ranking	P (Xi)	f (t)	Yn	Sn	Yt	T	P' (Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 = 9-3
1	183.5	1.000	1.77	0.5128	0.9497	2.198	11.98	0.083472	0.916528
2	103.4	0.500	-0.32	0.5128	0.9497	0.212	4.934	0.202675	0.297325
3	100.8	0.333	-0.38	0.5128	0.9497	0.147	4.725	0.21164	0.121693
4	99.4	0.250	-0.42	0.5128	0.9497	0.113	1.831	0.54615	0.29615
5	90.6	0.200	-0.65	0.5128	0.9497	-0.106	1.643	0.608643	0.408643
JUMLAH	578								
Xrt	115.54								
SD	38.29								
Max	0.916528								0.916528

Sumber :Olahan Data 2025

4.4.3 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Log Pearson Type III

Berikut ini merupakan hasil perhitungan uji kecocokan Smirnov–Kolmogorov menggunakan Metode Log Pearson Type III:

Tabel 4. 17 Tabel Uji Smirnov-Kolmogorov Log Pearson Type III

No (Xi)	Rangking	Log (Xi)	P (Xi)	f(t)	P' (Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7= 6-4
1	183.5	2.2636	0.091	1.76	0.1932	0.1023
2	103.4	2.0145	0.182	-0.27	-0.0408	0.2226
3	100.8	2.0035	0.273	-0.36	-0.0487	0.3214
4	99.4	1.9974	0.364	-0.41	0.0548	0.3088
5	90.6	1.9571	0.455	-0.73	0.0009	0.4537
JUMLAH	578					
Log X	2.05					
S Log X	0.12					
Cs	2861.63					
Max						0.4537

Sumber :Olahan Data 2025

4.4.4 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Metode Normal

Perhitungan uji kecocokan Smirnov–Kolmogorov berikut dilakukan menggunakan distribusi Normal untuk menilai kesesuaian antara data curah hujan empiris dengan distribusi teoritisnya. Hasil perhitungannya disajikan sebagai berikut:

Tabel 4. 18 Tabel Uji Smirnov-Kolmogorov Normal

NORMAL						
i	Xi (dari besar ke kecil)	P (Xi)	f(t)	luas dibawah kurva	P'(Xi)	ΔP
1	2	3	4	5	6	7 = 6-3
1	183.5	1.00	1.77	0.9616	0.0384	0.962
2	103.4	2.00	-0.32	0.3707	0.6293	1.371
3	100.8	3.00	-0.38	0.648	0.3520	2.648
4	99.4	4.00	-0.42	0.3372	0.6628	3.337
5	90.6	5.00	-0.65	0.2578	0.7422	4.258
JUMLAH	577.70					
Xrt	115.54					
S	38.29					
Max						4.258

Sumber :Olahan Data 2025

4.5 Rekapitulasi Uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov

Tabel 4. 19 Tabel Rekapitulasi Uji Chi Kuadrat

UJI CHI KUADRAD				
HASIL	NORMAL	LOG NORMAL	GUMBEL	LOG PEARSON TYPE III
Chi Kuadrat Hitung (X2)	12.00	12.00	12.00	6.00
Chi Kuadrat Kritis (X2cr)	5991	5991	5991	5991

Sumber :Olahan Data 2025

Tabel 4. 20 Tabel Rekapitulasi Uji Smirnov Kolmogorof

UJI SMIRNOV KOLMOGOROF				
HASIL	NORMAL	LOG NORMAL	GUMBEL	LOG PEARSON TYPE III
SMIRNOF Hitung (ΔP)	4.26	4.23	0.92	0.45
SMIRNOF Kritis (ΔP)	0.67	0.67	0.67	0.67

Sumber :Olahan Data 2025

Dari kedua pengujian kecocokan antara uji Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov, yang dapat di terima dari dua pengujian di atas adalah metode Log Normal, dikarenakan metode tersebut telah lolos dari dua pengujian di atas tanpa ada satupun yang tidak di terima. Maka data dari metode Log Normal tersebut akan digunakan untuk menghitung debit air hujan.

Tabel 4. 21 Tabel Periode Ulang Curah Hujan Renacana

NO	PERIODE ULANG T	CURAH HUJAN RENCANA (mm)			
		METODE DISTRIBUSI FREKUENSI			
		NORMAL	LOG NORMAL	GUMBEL	LOG PEARSON TYPE III
1	2	115.54	111.4875	107.22	111.49
2	5	147.71	141.405	155.34	141.405

Sumber :Olahan Data 2025

4.6 Data DAS

Berikut ini merupakan data hasil pencarian das di desa kelapapati dengan menggunakan aplikasi Qgis, Dan Dari Hasil Pencarian Data Luas Area Di desa Kelapapati Tersebut Didapatkan dengan Luas 60.0086089647 Km²

**Gambar 4. 1** Lokasi DAS Area Desa Kelapapati.

Sumber : Qgis (2025)

4.7 Menghitung Debit Rencana

Debit rencana adalah besarnya aliran air yang direncanakan untuk suatu sistem drainase, irigasi, atau pengendalian banjir, yang dihitung berdasarkan analisis hidrologi dan hidrolika. Debit rencana ini sangat penting dalam perencanaan dan pembangunan infrastruktur air yang efektif dan aman. Untuk mendapatkan data debit rencana yang akurat, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan sebagai pembandingan. Beberapa metode yang umum digunakan antara lain:

4.7.1 Metode Rasional

Metode ini digunakan untuk memperkirakan besarnya debit rencana dengan mempertimbangkan curah hujan dan karakteristik fisik Daerah Aliran Sungai (DAS). Dalam penerapannya, diperlukan beberapa data hasil pengamatan lapangan sebagai dasar pengolahan data menggunakan Metode Rasional. Adapun proses perhitungannya disajikan sebagai berikut:

Tabel 4. 22 Tabel Perhitungan Debit Rencana

Perhitungan 5 Tahun			
Curah Hujan Rata-Rata	5 Tahun	141,405	m/detik
Waktu	T	1,32	jam
Intensitas	I	107.44	Mm/jam
Koefisien Pengaliran	c	0,50	
Luas Das	A	6,01	Km ²
Konstanta	-	0,278	-
Debit	Q	89.68	m ³ /detik

Sumber :Olahan Data 2025

Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi perhitungan debit rencana untuk kala ulang 5 sebagai berikut :

Tabel 4. 23 Tabel Rekapitulasi Metode Rasional

Rekapitulasi metode rasional	
metode	5 tahun
metode rasional	89.68

Sumber :Olahan Data 2025

Menggunakan metode Rasional dengan input curah hujan rencana sebesar 141,405 mm dan luas DAS 6,01 km², diperoleh debit rencana sebesar **89,68 m³/detik**. Debit ini digunakan untuk mengevaluasi kapasitas saluran eksisting terhadap potensi genangan.

4.8 Perhitungan Dimensi Penampang Saluran Desa Kelapapati

Penampang saluran drainase di Desa Kelapapati memiliki bentuk dan ukuran yang bervariasi tergantung pada lokasi dan kondisi eksisting di lapangan. Dimensi saluran ini meliputi lebar dasar, tinggi dinding, serta kemiringan lereng saluran.

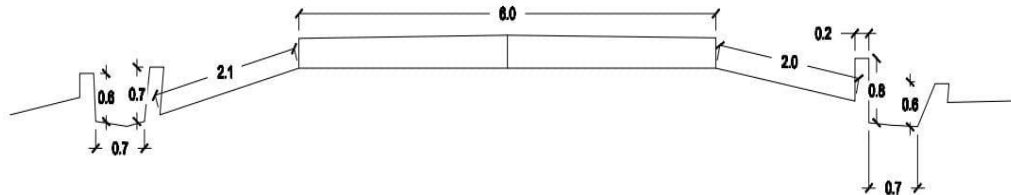
Berikut hasil perhitungan Dimensi Penampang Saluran Drainase Kelapapati dengan sepanjang 750m:

Tabel 4. 24 Tabel Hasil Perhitungan Dimensi Saluran Drainase

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+000	1	96	1.68	2.075	2.200	1.950	25	145	142.93
	2	98	1.71	2.325	2.450	2.200	25	145	142.68
	3	98	1.71	1.905	2.030	1.780	25	145	143.10
	4	98	1.71	1.905	2.030	1.780	25	145	143.10
	5	98	1.71	2.505	2.630	2.380	25	145	142.50
	6	98	1.71	2.515	2.640	2.390	25	145	142.49
	7	99	1.73	2.490	2.620	2.360	26	145	142.51
	8	99	1.73	1.875	2.000	1.750	25	145	143.13
	9	100	1.75	1.875	2.000	1.750	25	145	143.13
	10	100	1.75	2.105	2.230	1.980	25	145	142.90
	11	105	1.83	1.525	1.650	1.400	25	145	143.48
	12	105	1.83	1.365	1.490	1.240	25	145	143.64
	13	112	1.95	1.280	1.400	1.160	24	145	143.72
	14	119	2.08	1.355	1.470	1.240	23	145	143.65
	15	120	2.09	1.555	1.660	1.450	21	145	143.45
	16	131	2.29	2.615	2.730	2.500	23	145	142.39
	17	131	2.29	2.505	2.620	2.390	23	145	142.50
	18	132	2.30	2.505	2.620	2.390	23	145	142.50
	19	132	2.30	3.030	3.150	2.910	24	145	141.97
	20	132	2.30	3.000	3.060	2.940	12	145	142.00
	21	133	2.32	3.015	3.130	2.900	23	145	141.99
	22	133	2.32	2.475	2.590	2.360	23	145	142.53
	23	133	2.32	2.475	2.590	2.360	23	145	142.53
	24	134	2.34	2.770	2.890	2.650	24	145	142.23
	25	135	2.36	2.410	2.530	2.290	24	145	142.59

Sumber :Olahan Data 2025

Dari hasil data perhitungan dimensi saluran drainase di atas, akan di dapat bentuk penampang profil melintang sesuai dengan data di lapangan, berikut gambar bentuk saluran drainase di Desa Kelapapati untuk STA 0+000



Gambar 4. 2 Profil Penampang Melintang
Sumber :Penulis 2025

Diketahui :

Untuk Mendapatkan Lebar Saluran, Lebar Lahan, Lebar Bahu Jalan, Dan Lebar Jalan Itu Didapatkan Hasil mengukur Dilapangan Dengan Menggunakan Meteran. Contoh Pada Gambar 4.2 Itu Didapatkan 0,7 cm Untuk Lebar Saluran, Untuk Jalan Itu Lebar 6 Meter, Untuk Bahu Jalan 2,1m Dan 2,0 m Itu Didapatkan Hasil Mengukur Dilapangan.

Untuk Elevasi Itu Menghitung Menggunakan Microsot Excel, Untuk Rumus Mencari Elevasi Dilapangan Yaitu Menggunakan Rumus :

Lihat 4.24 Tabel Hasil Perhitungan Dimensi Saluran

Tinggi Alat – Benang Tengah

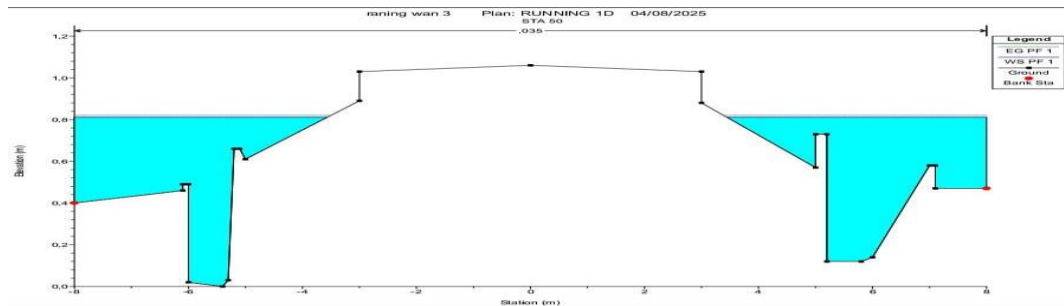
$$145 - 2.075 = 142.93$$

Berdasarkan debit rencana dan parameter saluran seperti kemiringan dan koefisien kekasaran, diperoleh dimensi saluran yang disesuaikan untuk masing-masing STA. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar saluran eksisting perlu direhabilitasi atau diperbesar agar mampu menampung debit rencana.

4.9 Analisis Hidrolika

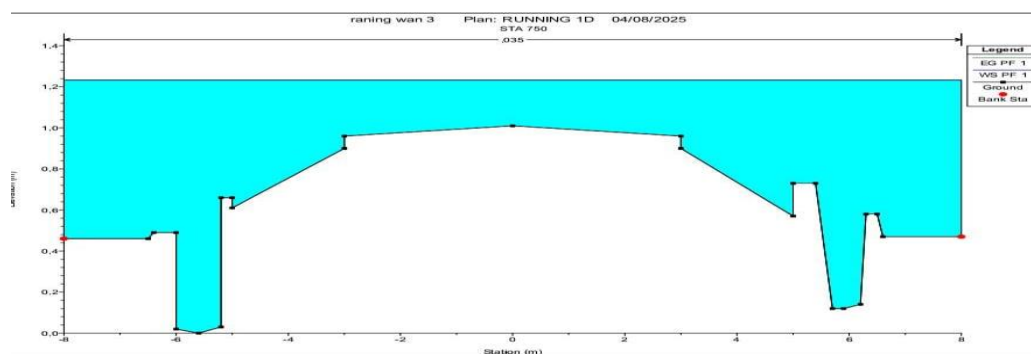
Analisis hidrolika penampang saluran drainase di lokasi penelitian ini dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir menggunakan software HEC – RAS. Adapun tujuan dari penggunaan program HEC – RAS adalah untuk mengevaluasi kinerja penampang saluran drainase apakah penampang eksisting

masih mampu menampung debit rencana atau tidak. Berdasarkan pengolahan data yang di dapatkan, maka untuk tinggi muka air banjir pada lokasi bisa di lihat dibawah ini :



Gambar 4. 3 Hasil Analisa Running Menggunakan HecRas STA 0+000
Sumber :Analisa Running Hec Ras 2025

Gambar ini menunjukkan hasil simulasi aliran menggunakan perangkat lunak HEC-RAS pada penampang saluran di STA 0+000. Terlihat bahwa tinggi muka air hasil simulasi berada di atas elevasi saluran eksisting. Hal ini mengindikasikan bahwa saluran pada titik ini tidak mampu menampung debit banjir rencana sebesar 89,68 m³/detik. Selain itu, kemiringan dasar saluran yang kurang dan kemungkinan adanya penyumbatan turut berkontribusi terhadap terjadinya limpasan air keluar dari saluran.



Gambar 4. 4 Hasil Analisa Running Menggunakan HecRas STA 0+750
Sumber :Analisa Running Hec Ras 2025

Gambar ini memperlihatkan kondisi penampang saluran pada STA 0+750 berdasarkan hasil pemodelan HEC-RAS. Muka air pada titik ini juga menunjukkan nilai yang melampaui elevasi saluran eksisting. Ini menandakan bahwa kapasitas saluran pada STA 0+750 belum mencukupi untuk mengalirkan debit rencana tanpa menyebabkan genangan. Kondisi ini memperkuat perlunya

penyesuaian dimensi saluran dan peningkatan pemeliharaan saluran untuk menghindari akumulasi limpasan.

Dari Hasil analisis Menggunakan Software HEC-RAS Penelitian Yang dilakukan Perbandingan Besarnya Debit Banjir Dan Kemampuan Saluran Menampung Debit Banjir Dari STA 0+000 Sampai STA 0+750 Penampang Saluran Tidak Mampu Menampung Debit Rencana Berdasarkan Pengolahan Data Didapatkan Pada Muka Air Banjir Pada Lokasi Tersebut.

4.10 Redesain Dimensi Saluran

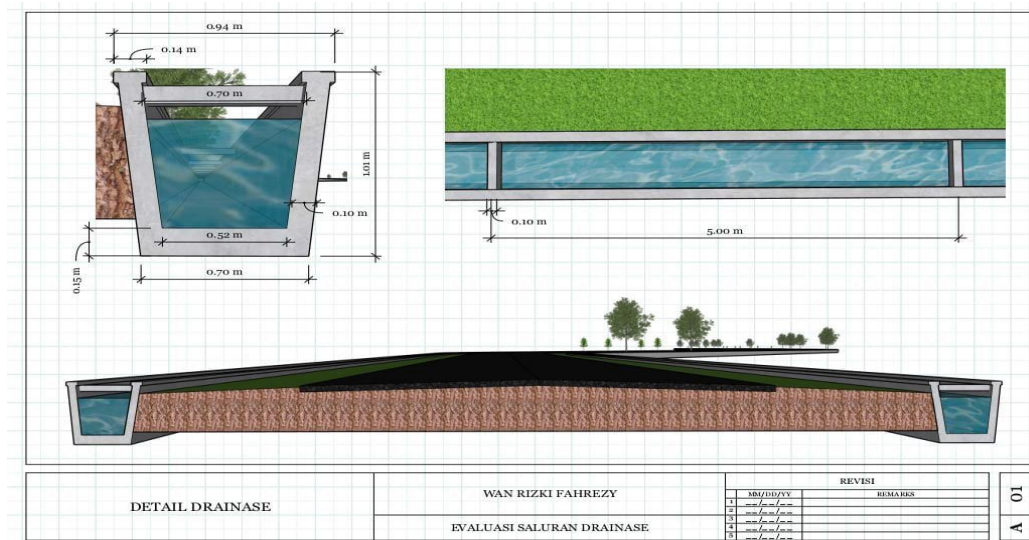


Gambar 4. 5 Kerusakan Drainase
Sumber : Survey Lapangan (2025)

Gambar 4.5 Menunjukkan Permasalahan Kondisi eksisting saluran drainase di Jl. Kelapapati Tengah, memperlihatkan Kondisi Saluran Tidak Berfungsi Dengan Baik, Sebab itu Wilayah Desa Kelapapati Mengalami Kebanjiran, Maka Perlu Di Desain Ulang Dari STA 0+000 – STA 0+750.



Gambar 4. 6 Denah Redesain Dimensi Saluran Dari STA 0+000 Sampai 0+750
Sumber : Penulis 2025



Gambar 4. 7 Redesain Dimensi Saluran Dari STA 0+000 Sampai 0+750
Sumber : Penulis 2025

Hasil Desain Saluran Drainase Pada Gambar Tersebut Untuk Lebar Saluran Drainase tersebut 0,70 m , Kedalaman Saluran 1,0 m, Untuk Ketebalan Dinding Saluran 0,10 m, Untuk Panjang Segmen 5 m Persegmen, Dan Panjang Drainase 750 m.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi terhadap sistem drainase di Desa Kelapapati, Kecamatan Bengkalis, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting saluran drainase di Desa Kelapapati menunjukkan ketidaksesuaian dalam menampung debit banjir rencana. Banyak saluran mengalami penyumbatan, kerusakan fisik, serta dimensi yang tidak memadai.
2. Debit banjir rencana dihitung dengan metode Rasional, diperoleh nilai sebesar **89,68 m³/detik** untuk periode ulang 5 tahun.
3. Diperlukan perbaikan dimensi saluran serta perencanaan ulang jaringan drainase agar mampu mengalirkan debit banjir secara optimal dengan ukuran lebar drainase 0,70m, Tinggi Drainase 1,01m Panjang Persegmen 5m, Untuk Panjang Drainase yang Didesain 750m Sesuai Gambar Yang Terlampir.

5.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan kajian lanjutan dengan menggunakan data curah hujan jangka panjang dan teknologi pemetaan yang lebih presisi untuk mendukung perencanaan sistem drainase berkelanjutan.
2. Penggunaan sistem pemodelan hidrolika seperti HEC-RAS perlu diintegrasikan ke dalam perencanaan tata ruang dan pengendalian banjir daerah setempat secara menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Teknik Jalan dan Jembatan Wilayah I. (2005). *Manual hidrolika untuk pekerjaan jalan dan jembatan: Buku 3—Manajemen pemeliharaan bangunan hidrolika* (No. 01-3BM). Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Chow, V. T. (1959). *Open-channel hydraulics*. McGraw-Hill.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1996). *Tata cara perencanaan drainase perkotaan*. Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1978). *Perencanaan teknik pengendalian banjir*. Direktorat Jenderal Pengairan.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1997). *Tata cara perhitungan debit rencana untuk perencanaan drainase perkotaan*. Direktorat Jenderal Cipta Karya.
- Fetter, C. W. (2001). *Applied hydrogeology* (4th ed.). Prentice Hall.
- Soemarto, C. D. (1995). *Teknik perhitungan rencana bangunan air* (Edisi Revisi). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Suripin. (2004). *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. (2009). *Perencanaan bangunan air*. Yogyakarta: Beta Offset.

LAMPIRAN 1
DATA CROSS SECTION

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+000	1	96	1.68	2.075	2.200	1.950	25	145	142.93
	2	98	1.71	2.325	2.450	2.200	25	145	142.68
	3	98	1.71	1.905	2.030	1.780	25	145	143.10
	4	98	1.71	1.905	2.030	1.780	25	145	143.10
	5	98	1.71	2.505	2.630	2.380	25	145	142.50
	6	98	1.71	2.515	2.640	2.390	25	145	142.49
	7	99	1.73	2.490	2.620	2.360	26	145	142.51
	8	99	1.73	1.875	2.000	1.750	25	145	143.13
	9	100	1.75	1.875	2.000	1.750	25	145	143.13
	10	100	1.75	2.105	2.230	1.980	25	145	142.90
	11	105	1.83	1.525	1.650	1.400	25	145	143.48
	12	105	1.83	1.365	1.490	1.240	25	145	143.64
	13	112	1.95	1.280	1.400	1.160	24	145	143.72
	14	119	2.08	1.355	1.470	1.240	23	145	143.65
	15	120	2.09	1.555	1.660	1.450	21	145	143.45
	16	131	2.29	2.615	2.730	2.500	23	145	142.39
	17	131	2.29	2.505	2.620	2.390	23	145	142.50
	18	132	2.30	2.505	2.620	2.390	23	145	142.50
	19	132	2.30	3.030	3.150	2.910	24	145	141.97
	20	132	2.30	3.000	3.060	2.940	12	145	142.00
	21	133	2.32	3.015	3.130	2.900	23	145	141.99
	22	133	2.32	2.475	2.590	2.360	23	145	142.53
	23	133	2.32	2.475	2.590	2.360	23	145	142.53
	24	134	2.34	2.770	2.890	2.650	24	145	142.23
	25	135	2.36	2.410	2.530	2.290	24	145	142.59

Data cross Section 0+000

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+050	1	292	5.10	2.985	3.100	2.870	23	145	142.02
	2	292	5.10	2.985	3.100	2.870	23	145	142.02
	3	292	5.10	1.880	2.000	1.760	24	145	143.12
	4	292	5.10	1.880	2.000	1.760	24	145	143.12
	5	292	5.10	2.330	2.450	2.210	24	145	142.67
	6	291	5.08	2.360	2.480	2.240	24	145	142.64
	7	291	5.08	2.335	2.450	2.220	23	145	142.67
	8	291	5.08	1.725	1.840	1.610	23	145	143.28
	9	290	5.06	1.725	1.840	1.610	23	145	143.28
	10	290	5.06	1.820	1.940	1.700	24	145	143.18
	11	283	4.94	1.550	1.670	1.430	24	145	143.45
	12	283	4.94	1.400	1.520	1.280	24	145	143.60
	13	276	4.82	1.310	1.430	1.190	24	145	143.69
	14	270	4.71	1.375	1.500	1.250	25	145	143.63
	15	269	4.69	1.415	1.540	1.290	25	145	143.59
	16	263	4.59	1.615	1.740	1.490	25	145	143.39
	17	262	4.57	1.600	1.720	1.480	24	145	143.40
	18	262	4.57	1.600	1.720	1.480	24	145	143.40
	19	262	4.57	2.195	2.320	2.070	25	145	142.81
	20	262	4.57	2.195	2.320	2.070	25	145	142.81
	21	261	4.56	2.185	2.310	2.060	25	145	142.82
	22	261	4.56	1.745	1.870	1.620	25	145	143.26
	23	261	4.56	1.745	1.870	1.620	25	145	143.26
	24	261	4.56	1.625	1.750	1.500	25	145	143.38
	25	260	4.54	1.635	1.760	1.510	25	145	143.37

Data cross Section 0+050

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+150	1	335	5.85	1.870	1.970	1.770	20	145	143.13
	2	335	5.85	1.860	1.960	1.760	20	145	143.14
	3	335	5.85	1.700	1.800	1.600	20	145	143.30
	4	335	5.85	1.700	1.800	1.600	20	145	143.30
	5	335	5.85	2.160	2.260	2.060	20	145	142.84
	6	336	5.86	2.180	2.280	2.080	20	145	142.82
	7	336	5.86	2.155	2.250	2.060	19	145	142.85
	8	337	5.88	1.540	1.640	1.440	20	145	143.46
	9	337	5.88	1.540	1.640	1.440	20	145	143.46
	10	337	5.88	1.640	1.740	1.540	20	145	143.36
	11	345	6.02	1.355	1.450	1.260	19	145	143.65
	12	345	6.02	1.215	1.310	1.120	19	145	143.79
	13	354	6.18	1.125	1.210	1.040	17	145	143.88
	14	3	0.05	1.195	1.280	1.110	17	145	143.81
	15	3	0.05	1.235	1.320	1.150	17	145	143.77
	16	12	0.21	1.400	1.490	1.310	18	145	143.60
	17	13	0.23	1.400	1.490	1.310	18	145	143.60
	18	13	0.23	1.400	1.490	1.310	18	145	143.60
	19	13	0.23	1.915	2.000	1.830	17	145	143.09
	20	14	0.24	2.020	2.110	1.930	18	145	142.98
	21	14	0.24	1.400	1.490	1.310	18	145	143.60
	22	15	0.26	1.400	1.490	1.310	18	145	143.60
	23	15	0.26	1.400	1.490	1.310	18	145	143.60
	24	16	0.28	1.400	1.490	1.310	18	145	143.60
	25	18	0.31	1.420	1.510	1.330	18	145	143.58

Data cross Section 0+150

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+100	1	346	6.04	1.635	1.760	1.510	25	148	146.37
	2	349	6.09	1.845	1.970	1.720	25	148	146.16
	3	349	6.09	1.815	1.940	1.690	25	148	146.19
	4	349	6.09	1.815	1.940	1.690	25	148	146.19
	5	349	6.09	2.285	2.410	2.160	25	148	145.72
	6	350	6.11	2.305	2.440	2.170	27	148	145.70
	7	350	6.11	2.275	2.400	2.150	25	148	145.73
	8	351	6.13	1.650	1.770	1.530	24	148	146.35
	9	351	6.13	1.650	1.770	1.530	24	148	146.35
	10	351	6.13	1.695	1.820	1.570	25	148	146.31
	11	359	6.27	1.480	1.600	1.360	24	148	146.52
	12	0	0.00	1.280	1.400	1.160	24	148	146.72
	13	7	0.12	1.300	1.420	1.180	24	148	146.70
	14	14	0.24	1.410	1.530	1.290	24	148	146.59
	15	14	0.24	1.640	1.760	1.520	24	148	146.36
	16	20	0.35	1.735	1.830	1.640	19	148	146.27
	17	20	0.35	1.575	1.700	1.450	25	148	146.43
	18	20	0.35	1.575	1.700	1.450	25	148	146.43
	19	21	0.37	2.185	2.310	2.060	25	148	145.82
	20	21	0.37	2.185	2.310	2.060	25	148	145.82
	21	22	0.38	2.165	2.290	2.040	25	148	145.84
	22	22	0.38	1.725	1.850	1.600	25	148	146.28
	23	22	0.38	1.725	1.850	1.600	25	148	146.28
	24	22	0.38	1.835	1.960	1.710	25	148	146.17
	25	23	0.40	1.835	1.960	1.710	25	148	146.17

Data cross Section 0+100

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+200	1	351	6.13	1.810	1.940	1.680	26	152	150.19
	2	351	6.13	1.770	1.920	1.620	30	152	150.23
	3	351	6.13	1.770	1.920	1.620	30	152	150.23
	4	351	6.13	2.225	2.370	2.080	29	152	149.78
	5	352	6.14	2.230	2.380	2.080	30	152	149.77
	6	352	6.14	2.205	2.350	2.060	29	152	149.80
	7	353	6.16	1.610	1.760	1.460	30	152	150.39
	8	353	6.16	1.610	1.760	1.460	30	152	150.39
	9	353	6.16	1.615	1.760	1.470	29	152	150.39
	10	359	6.27	1.430	1.580	1.280	30	152	150.57
	11	359	6.27	1.365	1.510	1.220	29	152	150.64
	12	360	6.28	1.335	1.480	1.190	29	152	150.67
	13	10	0.17	1.415	1.540	1.290	25	152	150.59
	14	11	0.19	1.550	1.700	1.400	30	152	150.45
	15	15	0.26	1.635	1.790	1.480	31	152	150.37
	16	16	0.28	1.515	1.670	1.360	31	152	150.49
	17	16	0.28	1.515	1.670	1.360	31	152	150.49
	18	16	0.28	2.120	2.280	1.960	32	152	149.88
	19	16	0.28	2.120	2.280	1.960	32	152	149.88
	20	16	0.28	2.095	2.250	1.940	31	152	149.91
	21	17	0.30	1.680	1.840	1.520	32	152	150.32
	22	17	0.30	1.680	1.840	1.520	32	152	150.32
	23	17	0.30	1.670	1.830	1.510	32	152	150.33
	24	19	0.33	1.600	1.760	1.440	32	152	150.40
	25	20	0.35	1.770	1.920	1.620	30	152	150.23

Data cross Section 0+200

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+250	1	107	1.87	1.875	2.000	1.750	25	151	149.13
	2	108	1.88	2.065	2.190	1.940	25	151	148.94
	3	109	1.90	1.535	1.660	1.410	25	151	149.47
	4	109	1.90	1.535	1.660	1.410	25	151	149.47
	5	110	1.92	2.255	2.380	2.130	25	151	148.75
	6	110	1.92	2.255	2.380	2.130	25	151	148.75
	7	110	1.92	2.235	2.360	2.110	25	151	148.77
	8	110	1.92	1.545	1.670	1.420	25	151	149.46
	9	110	1.92	1.545	1.670	1.420	25	151	149.46
	10	111	1.94	1.635	1.760	1.510	25	151	149.37
	11	112	1.95	1.595	1.720	1.470	25	151	149.41
	12	113	1.97	1.585	1.710	1.460	25	151	149.42
	13	117	2.04	1.550	1.670	1.430	24	151	149.45
	14	121	2.11	1.520	1.640	1.400	24	151	149.48
	15	122	2.13	1.555	1.680	1.430	25	151	149.45
	16	124	2.16	1.595	1.720	1.470	25	151	149.41
	17	124	2.16	1.470	1.600	1.340	26	151	149.53
	18	124	2.16	1.470	1.600	1.340	26	151	149.53
	19	125	2.18	2.205	2.330	2.080	25	151	148.80
	20	125	2.18	2.215	2.340	2.090	25	151	148.79
	21	125	2.18	2.185	2.310	2.060	25	151	148.82
	22	126	2.20	1.625	1.750	1.500	25	151	149.38
	23	126	2.20	1.625	1.750	1.500	25	151	149.38
	24	126	2.20	1.740	1.870	1.610	26	151	149.26
	25	128	2.23	1.720	1.900	1.540	36	151	149.28

Data cross Section 0+250

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+300	1	346	6.04	1.635	1.760	1.510	25	147	145.37
	2	349	6.09	1.845	1.970	1.720	25	147	145.16
	3	349	6.09	1.815	1.940	1.690	25	147	145.19
	4	349	6.09	1.815	1.940	1.690	25	147	145.19
	5	349	6.09	2.285	2.410	2.160	25	147	144.72
	6	350	6.11	2.305	2.440	2.170	27	147	144.70
	7	350	6.11	2.275	2.400	2.150	25	147	144.73
	8	351	6.13	1.650	1.770	1.530	24	147	145.35
	9	351	6.13	1.650	1.770	1.530	24	147	145.35
	10	351	6.13	1.695	1.820	1.570	25	147	145.31
	11	359	6.27	1.480	1.600	1.360	24	147	145.52
	12	0	0.00	1.280	1.400	1.160	24	147	145.72
	13	7	0.12	1.300	1.420	1.180	24	147	145.70
	14	14	0.24	1.410	1.530	1.290	24	147	145.59
	15	14	0.24	1.640	1.760	1.520	24	147	145.36
	16	20	0.35	1.735	1.830	1.640	19	147	145.27
	17	20	0.35	1.575	1.700	1.450	25	147	145.43
	18	20	0.35	1.575	1.700	1.450	25	147	145.43
	19	21	0.37	2.185	2.310	2.060	25	147	144.82
	20	21	0.37	2.185	2.310	2.060	25	147	144.82
	21	22	0.38	2.165	2.290	2.040	25	147	144.84
	22	22	0.38	1.725	1.850	1.600	25	147	145.28
	23	22	0.38	1.725	1.850	1.600	25	147	145.28
	24	22	0.38	1.835	1.960	1.710	25	147	145.17
	25	23	0.40	1.835	1.960	1.710	25	147	145.17

Data cross Section 0+300

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+350	1	193	3.37	1.980	2.110	1.850	26	149	147.02
	2	191	3.33	2.195	2.320	2.070	25	149	146.81
	3	191	3.33	1.995	2.120	1.870	25	149	147.01
	4	191	3.33	1.995	2.120	1.870	25	149	147.01
	5	191	3.33	2.295	2.420	2.170	25	149	146.71
	6	191	3.33	2.280	2.410	2.150	26	149	146.72
	7	191	3.33	2.295	2.420	2.170	25	149	146.71
	8	190	3.32	1.815	1.940	1.690	25	149	147.19
	9	190	3.32	1.815	1.940	1.690	25	149	147.19
	10	190	3.32	1.765	1.890	1.640	25	149	147.24
	11	183	3.19	1.545	1.670	1.420	25	149	147.46
	12	183	3.19	1.455	1.580	1.330	25	149	147.55
	13	176	3.07	1.385	1.510	1.260	25	149	147.62
	14	170	2.97	1.490	1.620	1.360	26	149	147.51
	15	169	2.95	1.580	1.710	1.450	26	149	147.42
	16	164	2.86	1.740	1.880	1.600	28	149	147.26
	17	164	2.86	1.640	1.780	1.500	28	149	147.36
	18	164	2.86	1.640	1.780	1.500	28	149	147.36
	19	163	2.84	2.210	2.350	2.070	28	149	146.79
	20	163	2.84	2.205	2.350	2.060	29	149	146.80
	21	162	2.83	2.270	2.410	2.130	28	149	146.73
	22	162	2.83	1.650	1.790	1.510	28	149	147.35
	23	162	2.83	1.650	1.790	1.510	28	149	147.35
	24	162	2.83	1.860	2.000	1.720	28	149	147.14
	25	159	2.78	1.640	1.780	1.500	28	149	147.36

Data cross Section 0+350

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+400	1	335	5.85	1.880	1.990	1.770	22	150	148.12
	2	335	5.85	1.860	1.960	1.760	20	150	148.14
	3	335	5.85	1.700	1.800	1.600	20	150	148.30
	4	335	5.85	1.700	1.800	1.600	20	150	148.30
	5	335	5.85	2.160	2.260	2.060	20	150	147.84
	6	336	5.86	2.180	2.280	2.080	20	150	147.82
	7	336	5.86	2.155	2.250	2.060	19	150	147.85
	8	337	5.88	1.540	1.640	1.440	20	150	148.46
	9	337	5.88	1.540	1.640	1.440	20	150	148.46
	10	337	5.88	1.640	1.740	1.540	20	150	148.36
	11	345	6.02	1.355	1.450	1.260	19	150	148.65
	12	345	6.02	1.215	1.310	1.120	19	150	148.79
	13	354	6.18	1.125	1.210	1.040	17	150	148.88
	14	3	0.05	1.195	1.280	1.110	17	150	148.81
	15	4	0.07	1.235	1.320	1.150	17	150	148.77
	16	12	0.21	1.400	1.490	1.310	18	150	148.60
	17	13	0.23	1.400	1.490	1.310	18	150	148.60
	18	13	0.23	1.400	1.490	1.310	18	150	148.60
	19	13	0.23	1.915	2.000	1.830	17	150	148.09
	20	14	0.24	2.020	2.110	1.930	18	150	147.98
	21	14	0.24	1.400	1.490	1.310	18	150	148.60
	22	15	0.26	1.400	1.490	1.310	18	150	148.60
	23	15	0.26	1.400	1.490	1.310	18	150	148.60
	24	16	0.28	1.400	1.490	1.310	18	150	148.60
	25	18	0.31	1.420	1.510	1.330	18	150	148.58

Data cross Section 0+400

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+450	1	292	5.10	2.985	3.110	2.860	25	149	146.02
	2	292	5.10	2.975	3.100	2.850	25	149	146.03
	3	292	5.10	1.880	2.000	1.760	24	149	147.12
	4	292	5.10	1.880	2.000	1.760	24	149	147.12
	5	292	5.10	2.330	2.450	2.210	24	149	146.67
	6	291	5.08	2.360	2.480	2.240	24	149	146.64
	7	291	5.08	2.335	2.450	2.220	23	149	146.67
	8	291	5.08	1.725	1.840	1.610	23	149	147.28
	9	290	5.06	1.725	1.840	1.610	23	149	147.28
	10	290	5.06	1.820	1.940	1.700	24	149	147.18
	11	283	4.94	1.550	1.670	1.430	24	149	147.45
	12	283	4.94	1.400	1.520	1.280	24	149	147.60
	13	276	4.82	1.310	1.430	1.190	24	149	147.69
	14	270	4.71	1.375	1.500	1.250	25	149	147.63
	15	269	4.69	1.415	1.540	1.290	25	149	147.59
	16	263	4.59	1.615	1.740	1.490	25	149	147.39
	17	262	4.57	1.600	1.720	1.480	24	149	147.40
	18	262	4.57	1.600	1.720	1.480	24	149	147.40
	19	262	4.57	2.195	2.320	2.070	25	149	146.81
	20	262	4.57	2.195	2.320	2.070	25	149	146.81
	21	261	4.56	2.185	2.310	2.060	25	149	146.82
	22	261	4.56	1.745	1.870	1.620	25	149	147.26
	23	261	4.56	1.745	1.870	1.620	25	149	147.26
	24	261	4.56	1.625	1.750	1.500	25	149	147.38
	25	260	4.54	1.635	1.760	1.510	25	149	147.37

Data cross Section 0+450

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+500	1	299	5.22	1.895	2.020	1.770	25	151	149.11
	2	298	5.20	1.985	2.100	1.870	23	151	149.02
	3	298	5.20	1.545	1.670	1.420	25	151	149.46
	4	298	5.20	1.545	1.670	1.420	25	151	149.46
	5	297	5.18	2.185	2.310	2.060	25	151	148.82
	6	297	5.18	2.180	2.310	2.050	26	151	148.82
	7	296	5.17	2.185	2.310	2.060	25	151	148.82
	8	296	5.17	1.495	1.620	1.370	25	151	149.51
	9	296	5.17	1.495	1.620	1.370	25	151	149.51
	10	295	5.15	1.545	1.670	1.420	25	151	149.46
	11	294	5.13	1.500	1.620	1.380	24	151	149.50
	12	294	5.13	1.475	1.600	1.350	25	151	149.53
	13	289	5.04	1.455	1.580	1.330	25	151	149.55
	14	285	4.97	1.435	1.560	1.310	25	151	149.57
	15	284	4.96	1.455	1.580	1.330	25	151	149.55
	16	282	4.92	1.620	1.750	1.490	26	151	149.38
	17	281	4.90	1.425	1.550	1.300	25	151	149.58
	18	281	4.90	1.425	1.550	1.300	25	151	149.58
	19	181	3.16	2.120	2.250	1.990	26	151	148.88
	20	280	4.89	2.115	2.240	1.990	25	151	148.89
	21	280	4.89	2.115	2.240	1.990	25	151	148.89
	22	280	4.89	1.575	1.700	1.450	25	151	149.43
	23	280	4.89	1.575	1.700	1.450	25	151	149.43
	24	279	4.87	1.905	2.020	1.790	23	151	149.10
	25	278	4.85	1.915	2.050	1.780	27	151	149.09

Data cross Section 0+500

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+550	1	188	3.28	1.780	1.910	1.650	26	152	150.22
	2	186	3.25	1.780	1.910	1.650	26	152	150.22
	3	186	3.25	1.745	1.870	1.620	25	152	150.26
	4	186	3.25	1.745	1.870	1.620	25	152	150.26
	5	186	3.25	2.185	2.310	2.060	25	152	149.82
	6	186	3.25	2.235	2.360	2.110	25	152	149.77
	7	185	3.23	2.175	2.300	2.050	25	152	149.83
	8	185	3.23	1.625	1.750	1.500	25	152	150.38
	9	185	3.23	1.625	1.750	1.500	25	152	150.38
	10	185	3.23	1.755	1.880	1.630	25	152	150.25
	11	178	3.11	1.575	1.720	1.430	29	152	150.43
	12	178	3.11	1.485	1.610	1.360	25	152	150.52
	13	171	2.98	1.395	1.520	1.270	25	152	150.61
	14	165	2.88	1.465	1.590	1.340	25	152	150.54
	15	164	2.86	1.485	1.610	1.360	25	152	150.52
	16	157	2.74	1.765	1.900	1.630	27	152	150.24
	17	157	2.74	1.760	1.890	1.630	26	152	150.24
	18	157	2.74	1.760	1.890	1.630	26	152	150.24
	19	156	2.72	2.360	2.490	2.230	26	152	149.64
	20	156	2.72	2.340	2.480	2.200	28	152	149.66
	21	156	2.72	2.335	2.470	2.200	27	152	149.67
	22	155	2.71	1.765	1.900	1.630	27	152	150.24
	23	155	2.71	1.760	1.890	1.630	26	152	150.24
	24	155	2.71	1.780	1.910	1.650	26	152	150.22
	25	154	2.69	1.780	1.910	1.650	26	152	150.22

Data cross Section 0+550

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+600	1	346	6.04	1.635	1.760	1.510	25	145	143.37
	2	349	6.09	1.845	1.970	1.720	25	145	143.16
	3	349	6.09	1.815	1.940	1.690	25	145	143.19
	4	349	6.09	1.815	1.940	1.690	25	145	143.19
	5	349	6.09	2.285	2.410	2.160	25	145	142.72
	6	350	6.11	2.305	2.440	2.170	27	145	142.70
	7	350	6.11	2.275	2.400	2.150	25	145	142.73
	8	351	6.13	1.650	1.770	1.530	24	145	143.35
	9	351	6.13	1.650	1.770	1.530	24	145	143.35
	10	351	6.13	1.695	1.820	1.570	25	145	143.31
	11	359	6.27	1.480	1.600	1.360	24	145	143.52
	12	0	0.00	1.280	1.400	1.160	24	145	143.72
	13	7	0.12	1.300	1.420	1.180	24	145	143.70
	14	14	0.24	1.410	1.530	1.290	24	145	143.59
	15	14	0.24	1.640	1.760	1.520	24	145	143.36
	16	20	0.35	1.735	1.830	1.640	19	145	143.27
	17	20	0.35	1.575	1.700	1.450	25	145	143.43
	18	20	0.35	1.575	1.700	1.450	25	145	143.43
	19	21	0.37	2.185	2.310	2.060	25	145	142.82
	20	21	0.37	2.185	2.310	2.060	25	145	142.82
	21	22	0.38	2.165	2.290	2.040	25	145	142.84
	22	22	0.38	1.725	1.850	1.600	25	145	143.28
	23	22	0.38	1.725	1.850	1.600	25	145	143.28
	24	22	0.38	1.835	1.960	1.710	25	145	143.17
	25	23	0.40	1.835	1.960	1.710	25	145	143.17

Data cross Section 0+600

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+650	1	170	2.97	1.750	1.850	1.650	20	145	143.25
	2	168	2.93	1.750	1.850	1.650	20	145	143.25
	3	171	2.98	1.560	1.640	1.480	16	145	143.44
	4	171	2.98	1.560	1.640	1.480	16	145	143.44
	5	171	2.98	2.130	2.210	2.050	16	145	142.87
	6	170	2.97	2.085	2.160	2.010	15	145	142.92
	7	170	2.97	2.105	2.180	2.030	15	145	142.90
	8	169	2.95	1.635	1.710	1.560	15	145	143.37
	9	169	2.95	1.635	1.710	1.560	15	145	143.37
	10	169	2.95	1.705	1.780	1.630	15	145	143.30
	11	157	2.74	1.375	1.450	1.300	15	145	143.63
	12	156	2.72	1.315	1.390	1.240	15	145	143.69
	13	146	2.55	1.260	1.340	1.180	16	145	143.74
	14	136	2.37	1.335	1.420	1.250	17	145	143.67
	15	136	2.37	1.395	1.480	1.310	17	145	143.61
	16	121	2.11	1.700	1.790	1.610	18	145	143.30
	17	125	2.18	1.710	1.800	1.620	18	145	143.29
	18	125	2.18	1.710	1.800	1.620	18	145	143.29
	19	124	2.16	2.225	2.320	2.130	19	145	142.78
	20	124	2.16	2.220	2.310	2.130	18	145	142.78
	21	123	2.15	2.215	2.310	2.120	19	145	142.79
	22	123	2.15	1.835	1.930	1.740	19	145	143.17
	23	123	2.15	1.835	1.930	1.740	19	145	143.17
	24	123	2.15	1.925	2.020	1.830	19	145	143.08
	25	120	2.09	1.865	1.970	1.760	21	145	143.14

Data cross Section 0+650

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+700	1	335	5.85	1.875	1.990	1.760	23	144	142.13
	2	335	5.85	1.860	1.960	1.760	20	144	142.14
	3	335	5.85	1.700	1.800	1.600	20	144	142.30
	4	335	5.85	1.700	1.800	1.600	20	144	142.30
	5	335	5.85	2.160	2.260	2.060	20	144	141.84
	6	336	5.86	2.180	2.280	2.080	20	144	141.82
	7	336	5.86	2.155	2.250	2.060	19	144	141.85
	8	337	5.88	1.540	1.640	1.440	20	144	142.46
	9	337	5.88	1.540	1.640	1.440	20	144	142.46
	10	337	5.88	1.640	1.740	1.540	20	144	142.36
	11	345	6.02	1.355	1.450	1.260	19	144	142.65
	12	345	6.02	1.215	1.310	1.120	19	144	142.79
	13	354	6.18	1.125	1.210	1.040	17	144	142.88
	14	3	0.05	1.195	1.280	1.110	17	144	142.81
	15	4	0.07	1.235	1.320	1.150	17	144	142.77
	16	12	0.21	1.400	1.490	1.310	18	144	142.60
	17	13	0.23	1.400	1.490	1.310	18	144	142.60
	18	13	0.23	1.400	1.490	1.310	18	144	142.60
	19	13	0.23	1.915	2.000	1.830	17	144	142.09
	20	14	0.24	2.020	2.110	1.930	18	144	141.98
	21	14	0.24	1.400	1.490	1.310	18	144	142.60
	22	15	0.26	1.400	1.490	1.310	18	144	142.60
	23	15	0.26	1.400	1.490	1.310	18	144	142.60
	24	16	0.28	1.400	1.490	1.310	18	144	142.60
	25	18	0.31	1.420	1.510	1.330	18	144	142.58

Data cross Section 0+700

STA	PATOK	SUDUT	RADIANT	BT	BA	BB	JARAK ALAT	TA	ELEVASI
0+750	1	200	3.49	2.365	2.430	2.300	13	144	141.64
	2	198	3.46	2.355	2.440	2.270	17	144	141.65
	3	298	5.20	2.485	2.560	2.410	15	144	141.52
	4	198	3.46	2.310	2.390	2.230	16	144	141.69
	5	197	3.44	2.310	2.390	2.230	16	144	141.69
	6	195	3.40	2.820	2.900	2.740	16	144	141.18
	7	194	3.39	2.880	2.960	2.800	16	144	141.12
	8	193	3.37	2.945	3.030	2.860	17	144	141.06
	9	193	3.37	2.340	2.420	2.260	16	144	141.66
	10	179	3.12	2.340	2.420	2.260	16	144	141.66
	11	178	3.11	2.345	2.420	2.270	15	144	141.66
	12	156	2.72	1.510	1.580	1.440	14	144	142.49
	13	154	2.69	1.380	1.450	1.310	14	144	142.62
	14	153	2.67	1.510	1.580	1.440	14	144	142.49
	15	143	2.50	2.345	2.420	2.270	15	144	141.66
	16	142	2.48	2.340	2.420	2.260	16	144	141.66
	17	142	2.48	2.340	2.420	2.260	16	144	141.66
	18	141	2.46	2.945	3.030	2.860	17	144	141.06
	19	140	2.44	2.880	2.960	2.800	16	144	141.12
	20	141	2.46	2.820	2.900	2.740	16	144	141.18
	21	140	2.44	2.310	2.390	2.230	16	144	141.69
	22	140	2.44	2.310	2.390	2.230	16	144	141.69
	23	140	2.44	2.485	2.560	2.410	15	144	141.52
	24	137	2.39	2.355	2.440	2.270	17	144	141.65
	25	135	2.36	2.365	2.430	2.300	13	144	141.64

Data cross Section 0+750

LAMPIRAN 2

DATA CURAH HUJAN

DATA CURAH HUJAN HARIAN												
					Tahun	2018						
TANGGAL	B U L A N											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	26	0	0.6	13.6	0.2	1.3	0	34.4	0	22.8	0.2	0.6
2	0.1	1.1	0.1	6.3	0.4	5.9	0	0	5.7	1.3	15.9	7.8
3	0.6	0	3.4	1.4	0	0	5	0	1.9	1.3	0.4	0
4	2.6	0	0	0	2	0	0	0	18	0.2	0.1	0
5	22.1	0	1.9	0	0	0	0	0	0	0	68.2	7.9
6	0	0	1	0	5.8	0	0	23.8	0	7	23.9	7.1
7	0	0	76.5	0	0.1	18	0	20.9	0.1	29.1	1.2	54.2
8	0.5	0	0	0	0	4.7	6.6	1.8	0	13.1	0.3	13.2
9	3.6	0	0	0	0	0	28.1	0	2.8	18.1	21	10.9
10	19.3	0	1.9	20.8	97.4	0	5.4	0	0	0.5	1.5	20.7
11	8.5	0	0	0	0	0	0	0	6.1	63.4	14.5	7.1
12	2.4	0.1	0.1	1	0	0	0	0	0.2	28.8	0.1	18.6
13	0.1	0	0.3	0.1	6.8	0	0	0	0	5	0.3	8.5
14	0	0	0	18.7	15.7	0.1	24.6	0	0	20.6	0.1	2.7
15	0	0	0	0	0.1	3.1	0	0.1	24.7	1	5.6	0
16	0	0	0	40.3	0	0	0	0	0.2	15.6	0	0.1
17	0	0.2	5.5	0	1.6	0	8.5	1.1	0.1	1.6	0.5	14.2
18	0	0	0	0	26.7	1.2	0.2	0	0.4	18.6	7.1	0.4
19	0	0	0	0	0.1	0.9	4	0	1.2	0.6	5.2	14
20	2.8	0	1	0.5	37.9	2.2	0	0	22.1	0.2	0.7	0
21	7.8	0	0.2	11.4	0	14.5	0	24.4	5.8	44.1	11.1	0
22	0.1	0	2	0.1	1.4	0.1	0.1	1.5	0.1	1.1	13.4	17.1
23	0	33.4	0	0.1	10	4	0	0.1	0.1	1.2	3.6	48.8
24	3.9	0	0	18	4.1	0	13.8	77.4	5.7	0.5	0.4	0
25	0	0	1.6	0.8	3	5.9	24.2	0.1	0	0.3	0.7	0.6
26	0	0	15.9	1.1	12.8	0	0	0	1	0.6	0.2	1
27	0	0	183.5	0.6	63.1	16	0.2	0	0.1	10.7	59.5	2
28	1.1	0	0	0	0	0	0.2	0.7	0.1	14.9	23.2	0.2
29	0.4		0	0.5	0.1	0	16.2	2.7	0.1	3.4	9.4	0.1
30	0		0	0.4	0.2	0	53.4	0.4	0.1	38.4	4	0.2
31	0		0		4.9		1.1	16.8		15.6		2.2
BULANAN	102	35	296	136	294	78	192	206	97	380	292	260
Periode 1	75	1	85	42	106	30	45	81	29	93	133	122
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Periode 2	14	0	7	61	89	8	37	1	55	155	34	66
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Periode 3	13	33	203	33	100	41	109	124	13	131	126	72
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maksimum	26	33	184	40	97	18	53	77	25	63	68	54
Hari Hujan	17	4	16	18	22	14	16	15	22	30	29	25

DATA CURAH HUJAN HARIAN												
					Tahun	2019						
TANGGAL	B U L A N											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	18.4	0	0.1	3.6	0.6	1.5	0	0	0	0.1	0.3	0
2	1	0	0.1	36.2	0	0	0	0	0	0.3	0.2	0.1
3	5.1	0	0.1	8.4	0	35.5	0	0	19	0.1	4.1	0
4	2	7.6	0	0	0.6	0.1	0	0	9.5	1.1	0	0
5	0	22	0	12.7	30.5	2.2	0	0	4.9	11.6	0	0
6	0.1	0	10.4	0	2.2	2.4	1	0	0	27.8	4.7	0.1
7	0	0	0	0	0.7	1.3	2.5	0	0	2.4	0	0
8	0	0	22.5	0	0.5	0	3.7	0	0	0.1	45.7	0
9	0	0	0	0.8	0.7	0	29	0	0	21.5	0.1	0.3
10	5.2	5.4	0	58.5	0.6	0.1	0	0	0	0.4	0.1	6.2
11	0	0.1	0	0.1	0.6	2.7	0	0	0	0	0	6.5
12	0	0	5.3	0.6	0	3.3	0	2	0	0	1.1	0.6
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.3	0	0.2
14	46.1	0.1	0.9	18.2	64.6	0	0	13.1	7.4	0.1	28.7	3.4
15	10	0	0	0.1	19.8	0.5	59.5	54.1	0	6.4	6.4	47.3
16	0	0.1	0	0	0	0.7	0	0	0	0	1.1	0
17	1.9	0.6	0.1	0.1	17.2	0	0	0	0	8.3	0	4
18	10.2	0.1	0	39.5	0	0.8	0	14.2	0	57	0	3
19	0	0.9	0	0.3	0.5	0	0	0	0	0.8	26.3	0
20	0	0.2	0	36.1	3.1	0	0	0	0	0.7	2	0.2
21	2	0.2	25	0	0.3	15.5	0	0	0	0.7	90.6	0
22	21.1	0	0.3	2	2.7	5.5	3.2	5.3	0	2	0	0.2
23	0	0.1	0.1	1.2	0	0	13.7	0	0	0	0.1	0
24	0	0	20.5	0	0	0	0	19	0	0.1	16.8	5.6
25	0	0.1	0.5	0	0	0	0	0	1.1	8.1	4	0
26	0	0.1	30.8	0.4	0	1	0	0	8.7	1.6	0	5.4
27	0	0.1	5.1	0.1	3.7	0	0	1.6	3.8	0.4	33.5	0
28	0	0.1	45.5	0	8.1	0	9.7	12	29.1	65.1	11.2	0
29	0.1		0.4	0	0.4	0	0	0	32.3	0.9	0	0
30	0		0.1	1	16.9	0	0	0.6	0.6	45	0	0
31	0		0		7.5		0	0		18.1		0
BULANAN	123	38	168	220	182	73	122	122	116	296	277	83
Periode 1	32	35	33	120	36	43	36	0	33	65	55	7
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Periode 2	68	2	6	95	106	8	60	83	7	89	66	65
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Periode 3	23	1	128	5	40	22	27	39	76	142	156	11
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maksimum	46	22	46	59	65	36	60	54	32	65	91	47
Hari Hujan	13	16	18	19	21	15	8	9	10	27	19	15

DATA CURAH HUJAN HARIAN												
					Tahun	2020						
TANGGAL	B U L A N											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	0.4	0	11	1.4	11.2	0	0.2	10.4	8.8	1.7	0.5
2	0.1	0	0	3.6	0.7	0	0	0.9	0.9	44.6	0.8	0
3	0	0	0	9.2	1	0	0	0	1.3	76.9	1.6	0.5
4	0	0	0	2.6	0.2	0.7	0	26	0	0	2.1	14.9
5	0	0	53.7	0	2.3	17.4	0.1	0	0	0	0	0
6	0	0	12.7	26.9	80.5	0	18.7	0	2.2	0	11	0
7	0	0	0.1	4.3	2	0	7.9	0	4	1	33	1.8
8	0	0	0	3.6	9.6	0	2.1	0	8.9	5.1	0	0.8
9	0	0	0	2.5	0	0	40.5	0	6.2	0	0.1	0
10	1.3	0	0	0	0	10.9	18.4	0	9.4	0.7	0.5	0
11	20.6	5.6	5.6	0	1.4	0.3	0	0	21.4	0.3	0	0.4
12	0	0	0	0	0	38.9	51.4	0.9	3.5	0	3.3	0
13	0	12.8	0	1.7	46.2	2.6	21.4	0	0	0.2	0	6.8
14	0	0	0	0.3	0.1	0	0	2.1	0.3	0	0	4
15	0	4.6	0	0	0	0	0	0.5	26.5	0	1.5	3.1
16	0	0	0.1	0	7.5	0.4	14.5	3	3.8	0.6	34.4	7.7
17	0.1	0.2	0.1	55.7	1.9	0.1	2.8	2.8	2.7	0	2.3	28.5
18	0	22.5	0.1	0	0	8.2	20.3	0.1	3.3	2.7	0	34.2
19	6.2	0.1	0	7	0	0.1	0	0.9	0.3	0	5.2	17.8
20	0	0.1	0	0	36.2	32.8	2.7	0	1.7	9.6	1.3	0.9
21	0	0	0	0	0.1	16.6	3.5	0	0.6	0	100.8	0
22	0.1	0.1	5.1	0.1	96.2	4.6	18	1	0.1	2.4	30.7	16.8
23	0	0	7.5	16.5	12.7	0.9	5.8	11.1	14.7	0	19.9	0
24	0	0.1	2.3	9.1	0	0	0	0	9.6	0.2	19	0
25	0	0	10.2	7.6	1.8	0	4.7	8.1	9.2	0.2	19.1	0
26	0	0	0.3	25.1	1.2	0	0	10.1	15.4	0.2	4.5	0.7
27	48	0	8.5	0.8	0	0	0	29.2	0.1	0.2	0.4	0
28	88.9	0	0	29.2	0	0	0.1	0	0	14.5	21.4	42.8
29	95.3	0.1	0	0.2	2.3	0	0.5	0.1	0	0.1	0.4	11.7
30	0		5.7	9.9	0	0	39.7	3.6	13.4	0	15.3	4.7
31	25.6		15.6		0		41.9	0		5.9		0
BULANAN	286	47	128	227	305	146	315	101	170	174	330	199
Periode 1	1	0	67	64	98	40	88	27	43	137	51	19
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Periode 2	27	46	6	65	93	83	113	10	64	13	48	103
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Periode 3	258	0	55	99	114	22	114	63	63	24	232	77
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maksimum	95	23	54	56	96	39	51	29	27	77	101	43
Hari Hujan	10	11	15	21	20	15	20	17	25	19	24	19

DATA CURAH HUJAN HARIAN												
					Tahun	2021						
TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	0	0	0	20.3	0.1	0	2.7	17.3	1.2	49.1	0.1
2	1	0	0	0	0.9	5.3	0	0	4.7	0.2	22.2	34.3
3	0.4	0	0	0	0.1	4.7	5.8	0.1	0	0	0.1	9.5
4	0	0	0	0	13.4	19.1	33.9	3.6	8.5	0	0	0.4
5	0	0	0	4.1	0.3	3	0.7	0	15.9	0.2	12.1	73.6
6	12.7	0	71.4	0	54.5	0	0	0	0	8.2	0	2.5
7	0	0	60.1	3.8	0	0	0	0	0.1	0.1	5.1	0.2
8	0	0	0	0.6	0	0.5	0	16.9	0.7	0	4.6	0.3
9	0.2	0	3.3	3.3	0.7	0	0.7	0	0.1	0	2.2	0.1
10	3.2	0	7.1	2	0	4.6	2	0.2	0.4	0	13.5	14.2
11	0	3.2	0	0.1	1	0	75.7	0	0	0	11.1	0
12	0.3	0	0	9.1	0.1	0	15.9	0.1	1	0	14.1	0.1
13	0.1	0	2.8	5	0	0	15.5	0	2.6	0	0.7	0
14	0	0	0	3.5	14.4	0	0	12.1	0	0	0.6	4.9
15	0	0	0.3	7.6	95.8	0.1	0	1.3	0	55.3	0	0.3
16	0	0	0.1	0.2	0	15.3	0	3.3	0.7	0	0	29.2
17	0	0	10.3	8.6	7.6	0	0	47	0	0.2	1.6	6.9
18	0	0	0	0	33.8	0	21.8	0	1.7	30.8	17	48.2
19	0	0	0.6	1	0.1	0	22.5	0.5	9.1	0.1	5.4	2.3
20	0	0	3.1	9.2	0	0.2	0	0.2	0	51.6	0.5	0
21	0	0	30	0	24.8	16.5	0	0	29.6	0	1	0
22	0.1	0	4.1	0.7	0	7	0	5.8	0	41.4	3.8	11.5
23	0.9	0	16.6	50.9	0	1.1	0	1.2	2.1	0	3.5	0.1
24	0	0	0.3	20.6	0	0	0	0.1	0	0	6.6	2.8
25	0	0	0	0	0	0.8	0	1.9	2.9	18.2	0	103.4
26	0	0	2.4	31.4	0	22	0	0	20.3	0	45.4	17.3
27	0	0	6.7	0	10.4	0	0	0.1	10.5	26.4	3.2	30
28	0	0	0	4.3	0.7	0	0	0	7.9	0	52.7	0.2
29	0		5.8	0.5	0	4	0	1	9	4	2.3	0.1
30	0		12.4	0.1	0	0.1	0	9.5	27.4	0.2	0.4	0.2
31	0		0		0		21.6	35.1		0.1		1.1
BULANAN	19	3	237	167	279	104	216	143	173	238	279	394
Periode 1	18	0	142	14	90	37	43	24	48	10	109	135
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Periode 2	0	3	17	44	153	16	151	65	15	138	51	92
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Periode 3	1	0	78	109	36	52	22	55	110	90	119	167
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maksimum	13	3	71	51	96	22	76	47	30	55	53	103
Hari Hujan	9	1	18	21	17	17	11	20	21	16	25	27

DATA CURAH HUJAN HARIAN												
					Tahun	2022						
TANGGAL	B U L A N											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	4.2	0	32.8	0	24.2	0.1	0	0	0.3	3.7	0.9	0.3
2	6	0	0	0	28.4	0.3	0	1.4	0	0.1	2.3	0
3	0.6	0	6.4	0.8	7.9	14.6	0	0.3	0	0	0	0
4	0.2	19.8	43.5	44	2.7	25.8	0	0	0	0	6.1	0
5	8.8	0	0.1	0	0	0.8	1.2	0	0	0	4.6	0
6	0	0.1	0	3.9	0	0	0.2	0	0	0.1	0	
7	0	0.1	3.5	53.9	34.2	0.8	0	7.7	0	1	0	
8	0	0.8	0	0	0	2.2	38.3	0	0.1	0	0	
9	0	47.3	9	25.6	5.8	0.4	0	0.6	2.2	0	0	
10	0	95.5	0.2	0	0.2	0	0.1	0	0	0	0	
11	1.1	0	47.5	7.1	1.1	8.3	0.2	0	0.3	43.1	0	
12	0	0	3.5	0	0.2	6	0	2.7	0	0	0.1	
13	0	0	0	24.7	0.5	0	0.1	0.5	0.5	0.1	1.5	
14	0	21.9	3.4	0.2	0	10.1	0	4	0	6.9	0	
15	0	0	18.8	33.5	99.4	5.6	0	0	0	0.4	4.8	
16	0	2.4	6.9	0	4.2	0	0	0	0	0	0.5	
17	0	0.1	3.7	25.9	0	0.6	0	13.9	22	0	0	
18	0.1	0	10.3	3.6	0	1.5	0	0.9	0	0	0	
19	0.3	17.5	0	6.8	0.2	0	0	0	0	0	0	
20	0	0	13.3	18.4	0	9.8	2.7	0	0	0	0	
21	0	0	1	39.4	0	3.5	0	0	0	0	0	
22	0.7	0	0	16.9	0	11.9	7.2	0	0.2	1	0	
23	0.1	0.3	0	0.2	0	23.8	0.8	1	0	0	0	
24	0	19.2	0.1	0	11.1	0	14.3	13.9	0	0	0	
25	1.2	28.5	0	0.1	25	0.2	1.1	1.6	0.4	0.1	0	
26	0	0	0	0	0.1	0	0.1	2.4	0.1	0	0	
27	0	3.8	0.9	0.9	0.3	0.7	0.1	0.5	0	0	0	
28	0	0	0	0.2	0	0	0.1	0.1	0	0.2	0	
29	0		0	5.7	0	6.9	6.4	0	0	0.1	0	
30	0		0	0.1	0.1	0.1	0	0	0.4	0.5	0	
31	0		27.7		0.2		0	0		0		
BULANAN	23	257	233	312	246	134	73	52	27	57	21	0
Periode 1	20	164	96	128	103	45	40	10	3	5	14	0
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Periode 2	2	42	107	120	106	42	3	22	23	51	7	0
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Periode 3	2	52	30	64	37	47	30	20	1	2	0	0
Jml. data kosong	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maksimum	9	96	48	54	99	26	38	14	22	43	6	0
Hari Hujan	11	14	19	21	19	22	15	15	10	13	8	0

LAMPIRAN 3 DOKUMENTASI



Survey Pengambilan Data Penampang Saluran STA 0+150



Survey Pengambilan Data Penampang Saluran STA 0+750



Survey Pengambilan Data Penampang Saluran STA 0+400



Kerusakan Drainase Di STA 0+750 Sebelah kiri



Survey Pengambilan Data Penampang Saluran STA 0+100



Kerusakan Drainase Di STA 0+750 Sebelah kanan



Survey Pengambilan Data Penampang Saluran STA 0+500



Survey Pengambilan Data Penampang Saluran STA 0+200



Survey Pengambilan Data Penampang Saluran STA 0+350



Survey Pengambilan Data Penampang Saluran STA 0+650

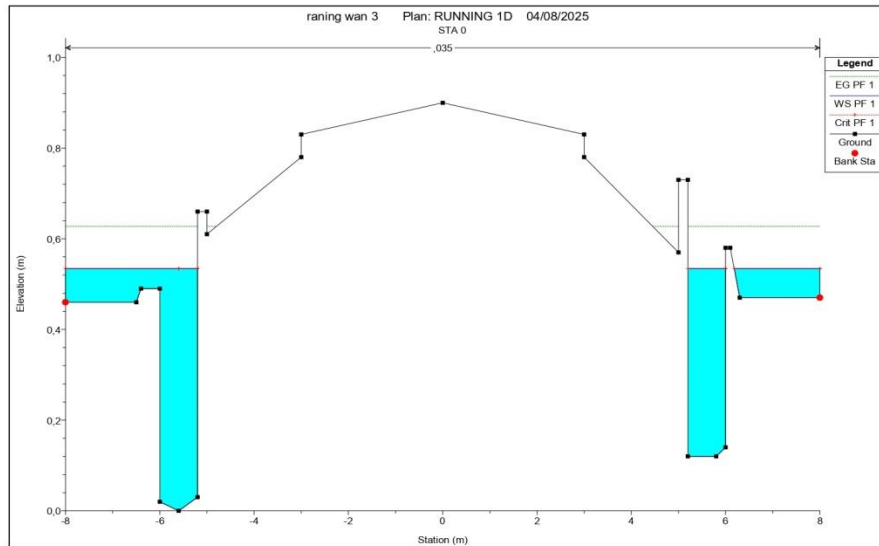


Kerusakan Drainase Di STA 0+750
Sebelah kiri

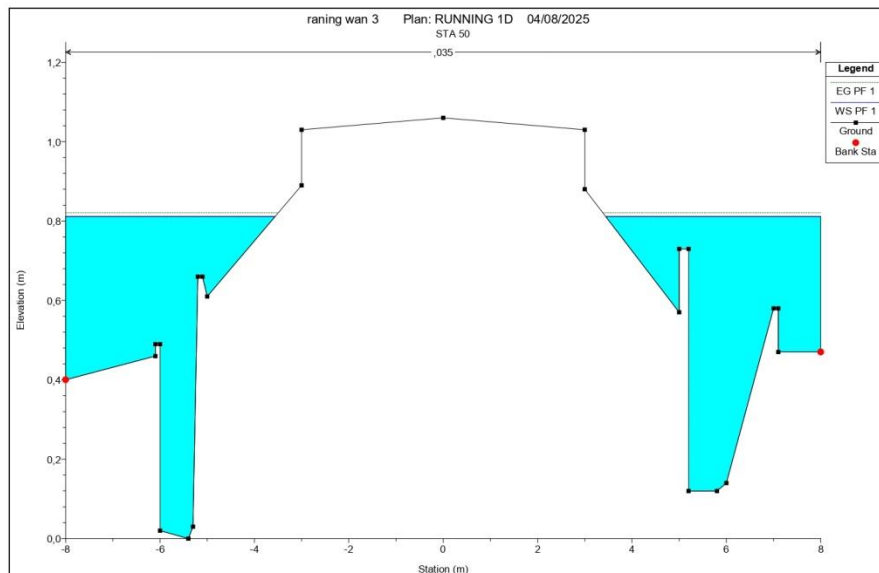


Survey Pengambilan Data Penampang Saluran STA 0+450

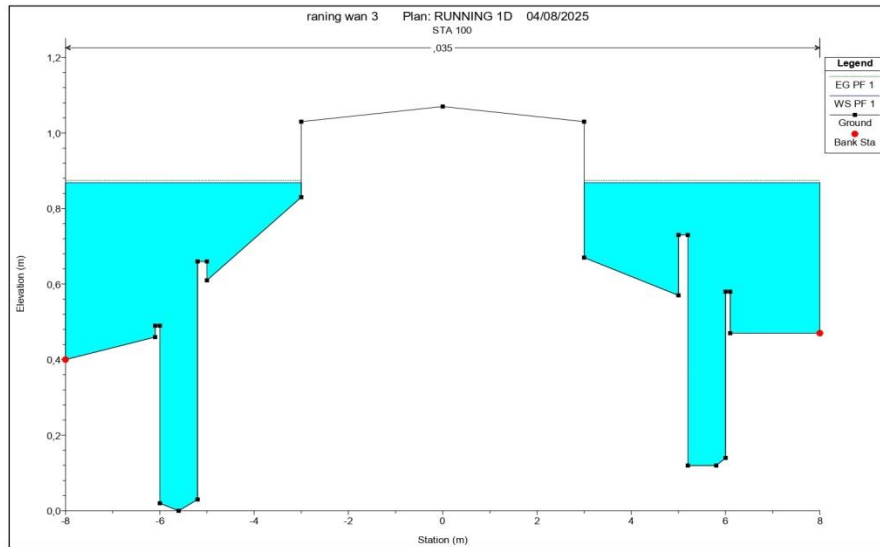
LAMPIRAN 4 HASIL HEC-RAS



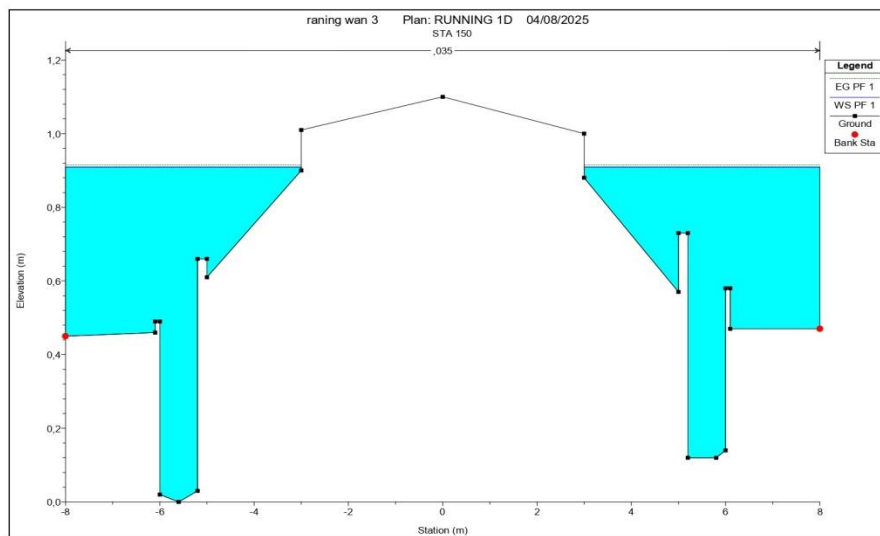
PENAMPANG SALURAN STA 0+000



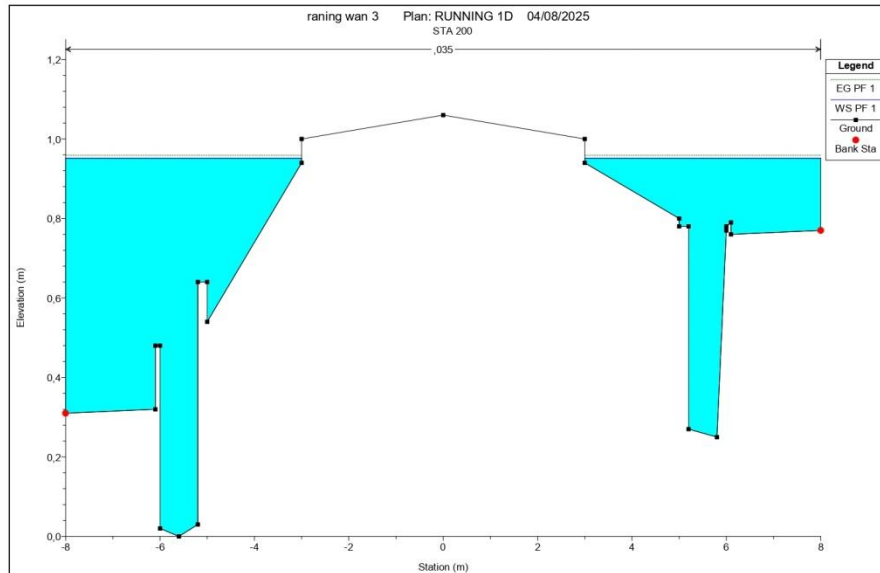
PENAMPANG SALURAN STA 0+050



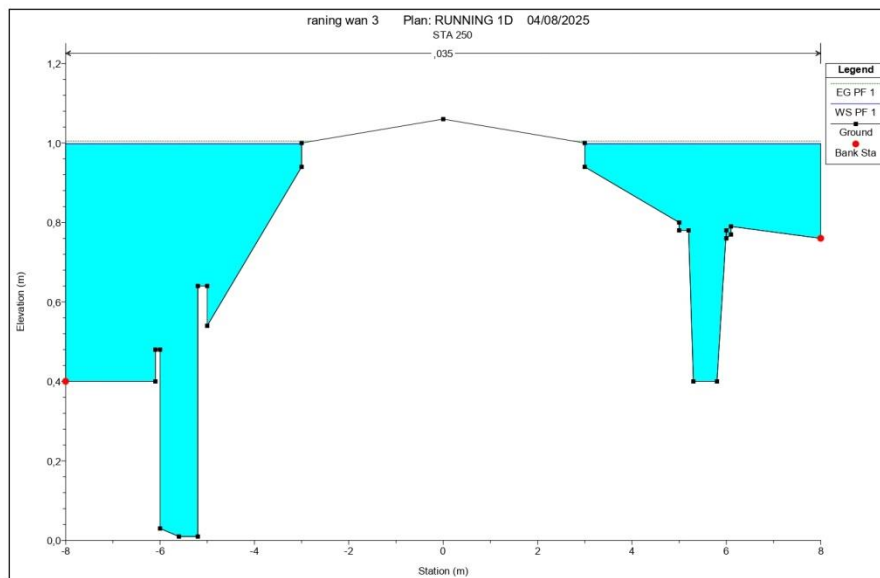
PENAMPANG SALURAN STA 0+100



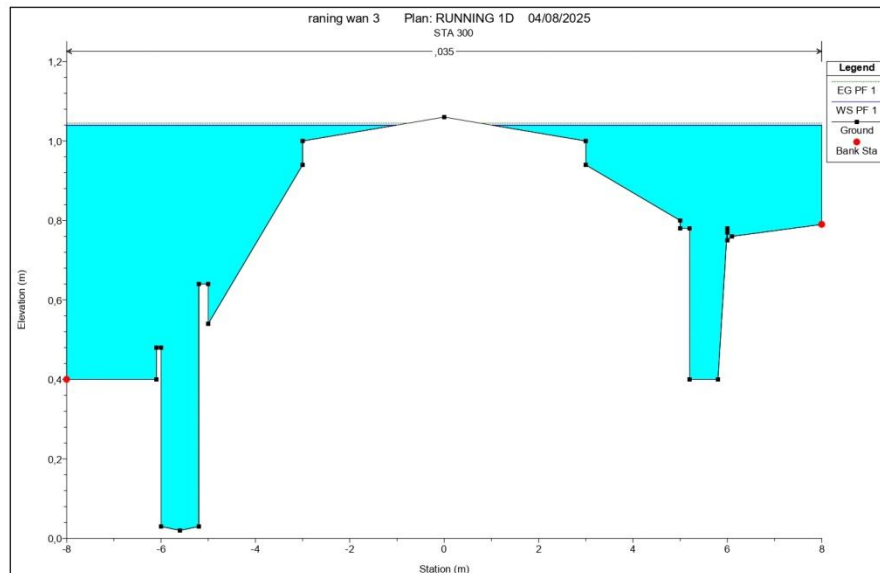
PENAMPANG SALURAN STA 0+150



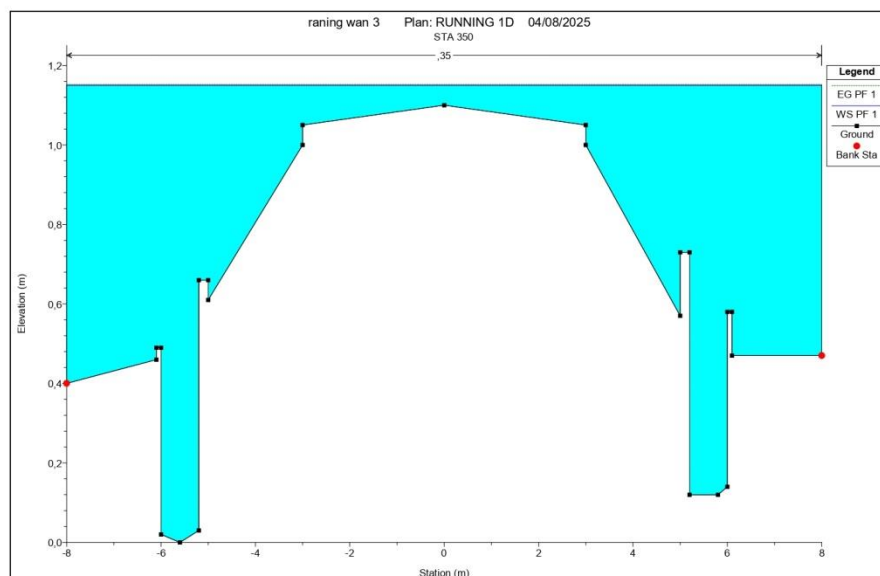
PENAMPANG SALURAN STA 0+200



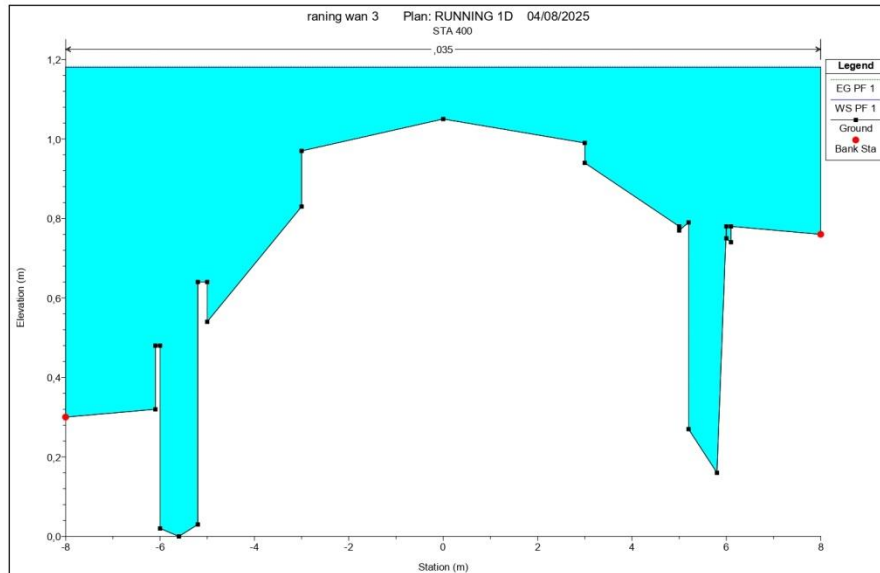
PENAMPANG SALURAN STA 0+250



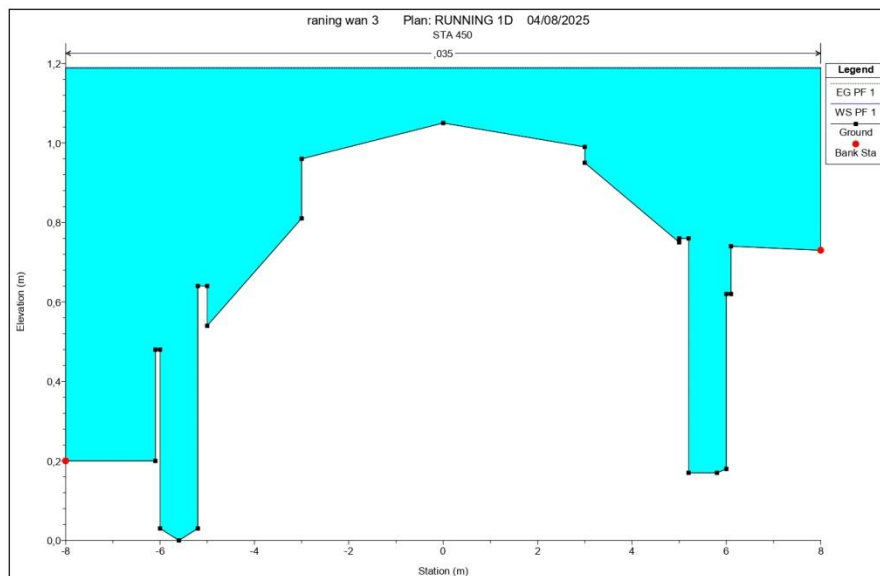
PENAMPANG SALURAN STA 0+300



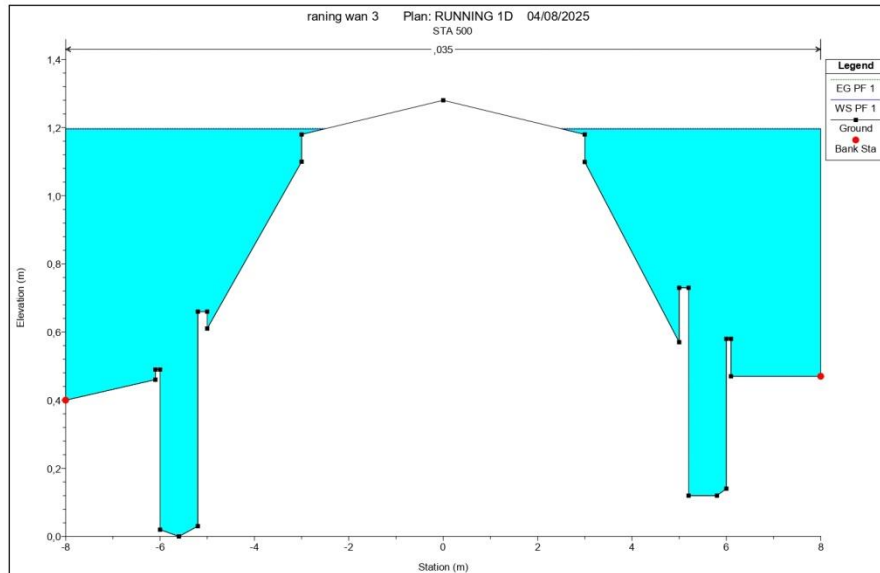
PENAMPANG SALURAN STA 0+350



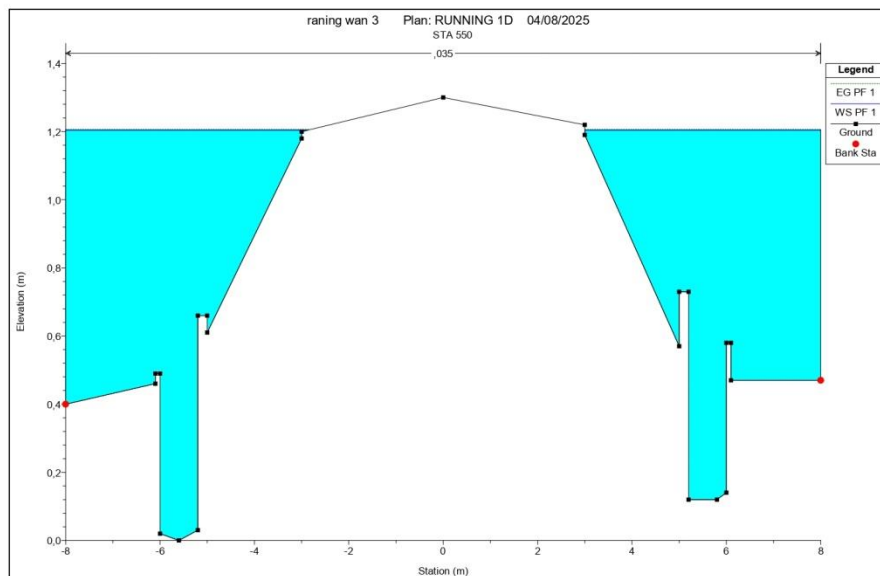
PENAMPANG SALURAN STA 0+400



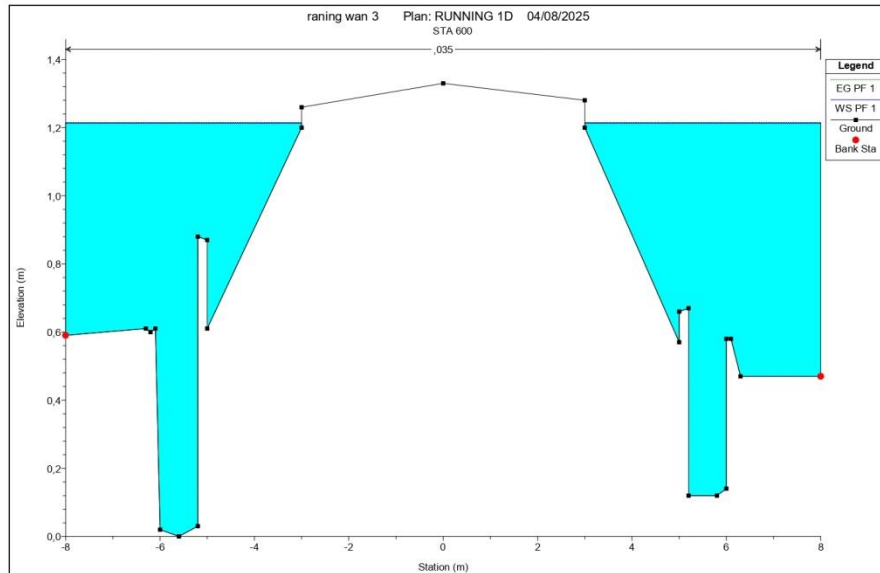
PENAMPANG SALURAN STA 0+450



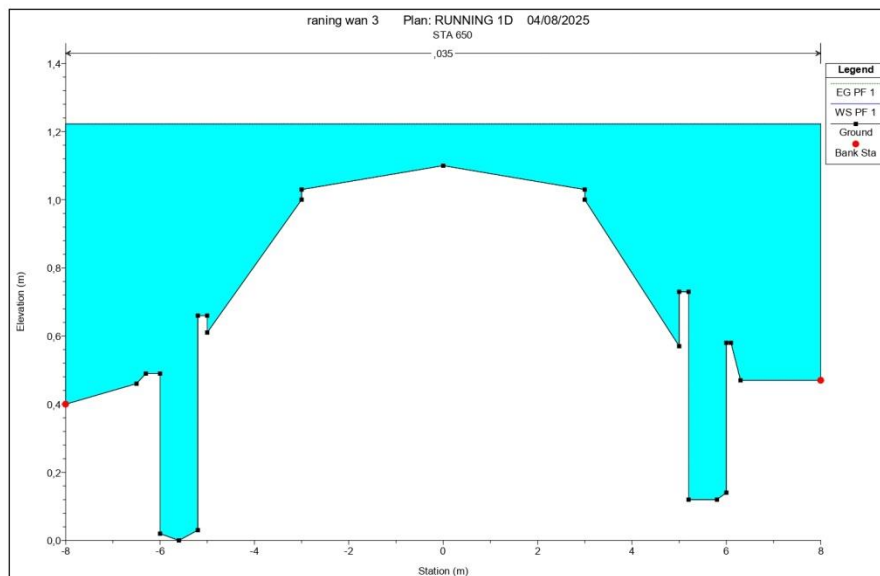
PENAMPANG SALURAN STA 0+500



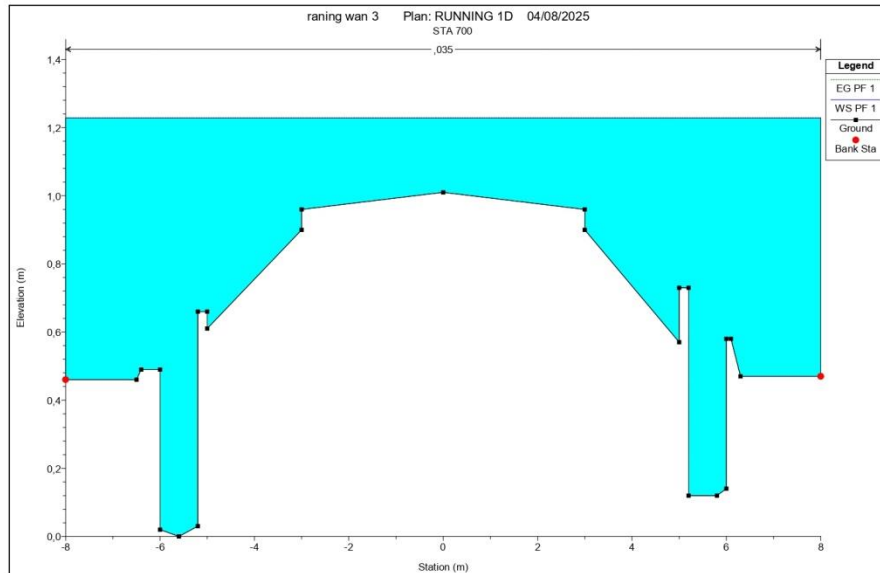
PENAMPANG SALURAN STA 0+550



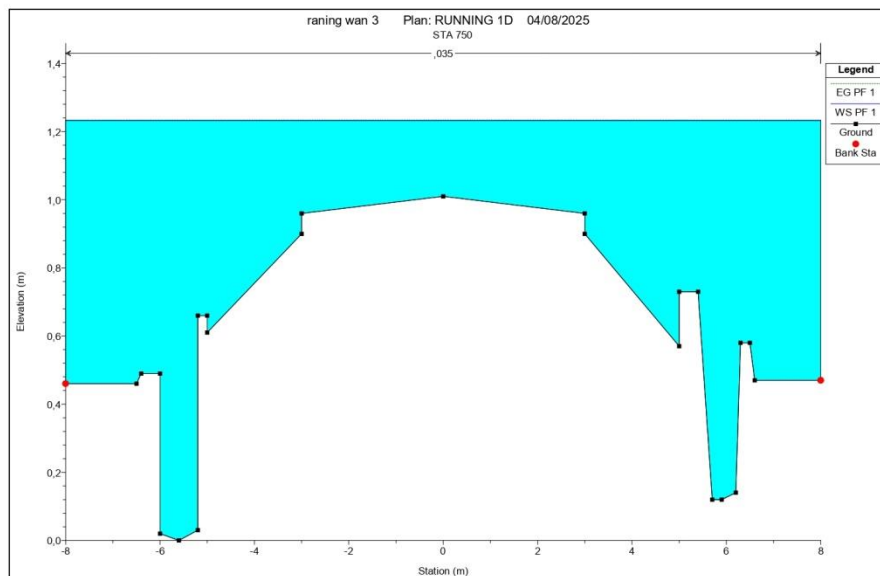
PENAMPANG SALURAN STA 0+600



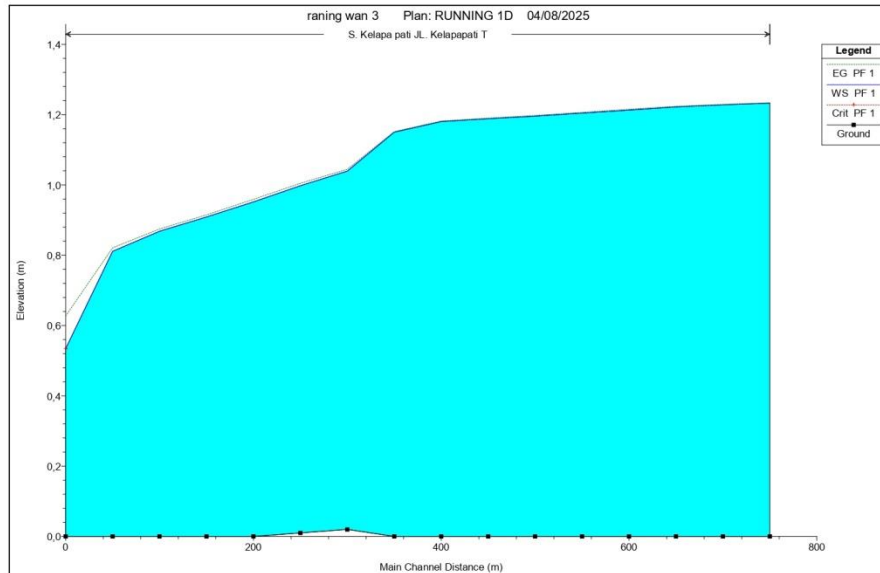
PENAMPANG SALURAN STA 0+650



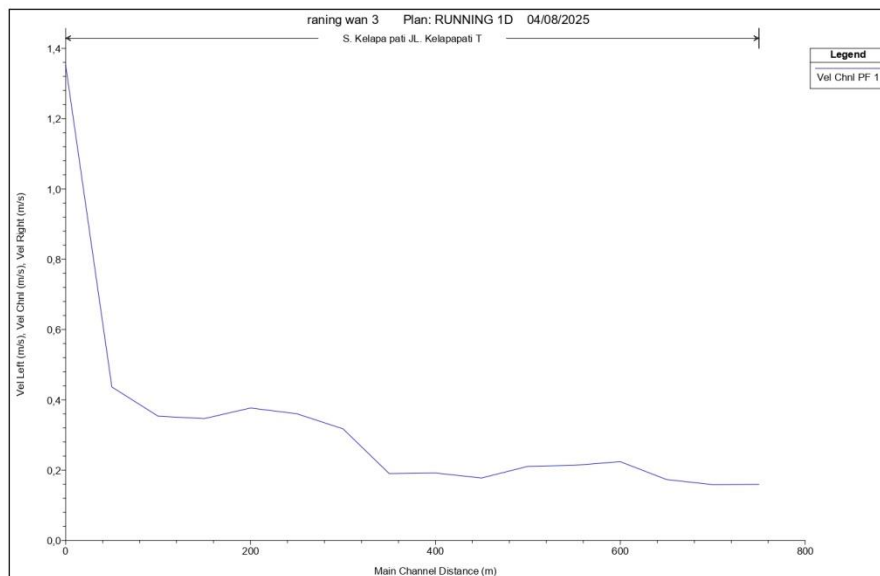
PENAMPANG SALURAN STA 0+700



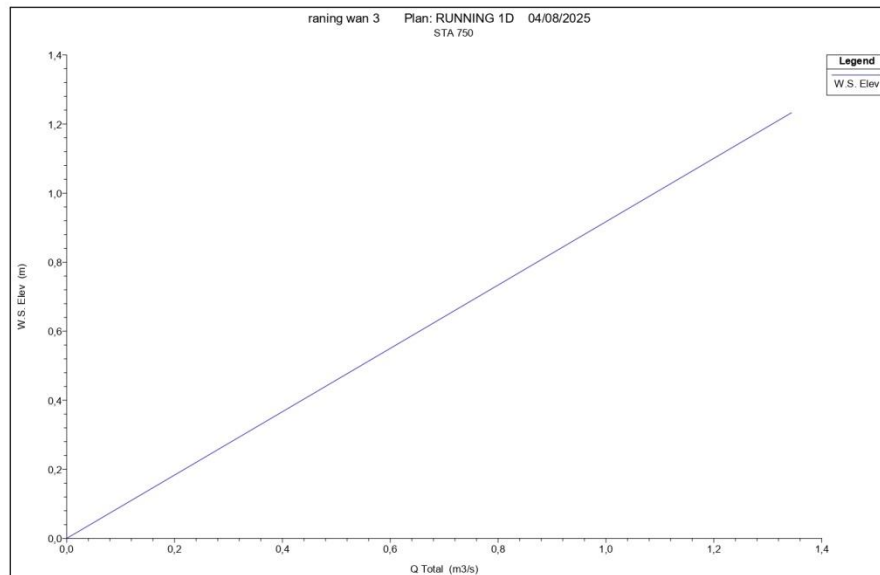
PENAMPANG SALURAN STA 0+750



PROFIL PLOT STA 0+000 – STA 0+750



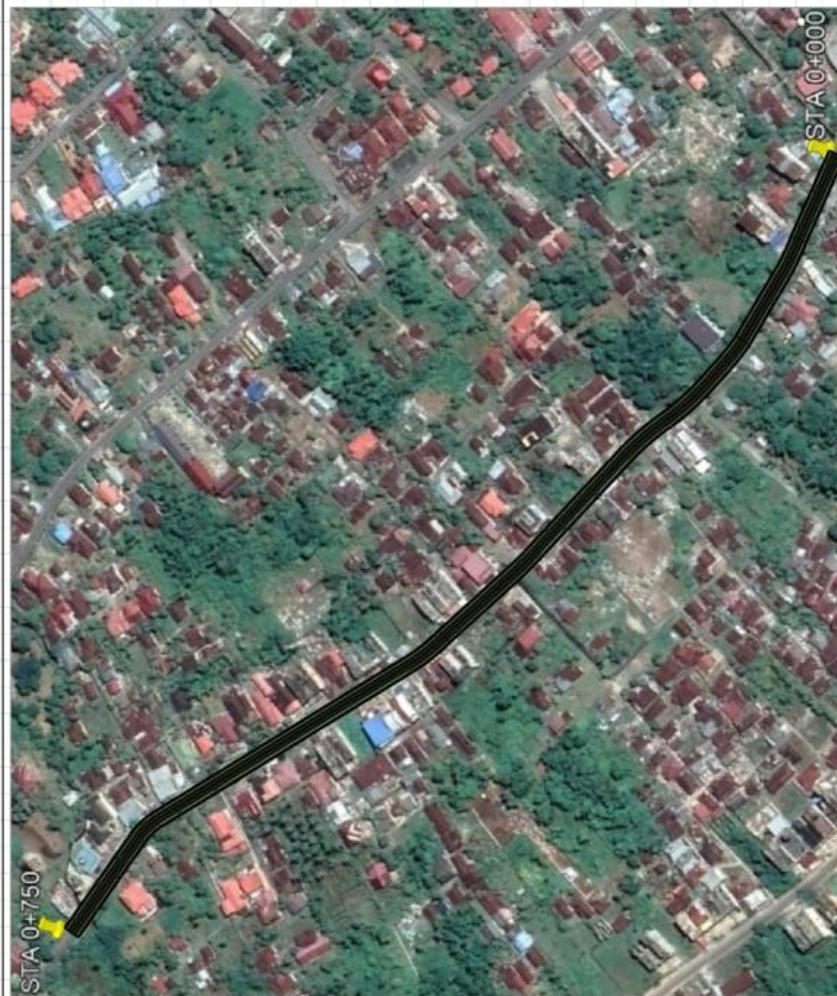
GENERAL PROFIL PLOT STA 0+000 – STA 0+750



RATING KURVA

LAMPIRAN 5

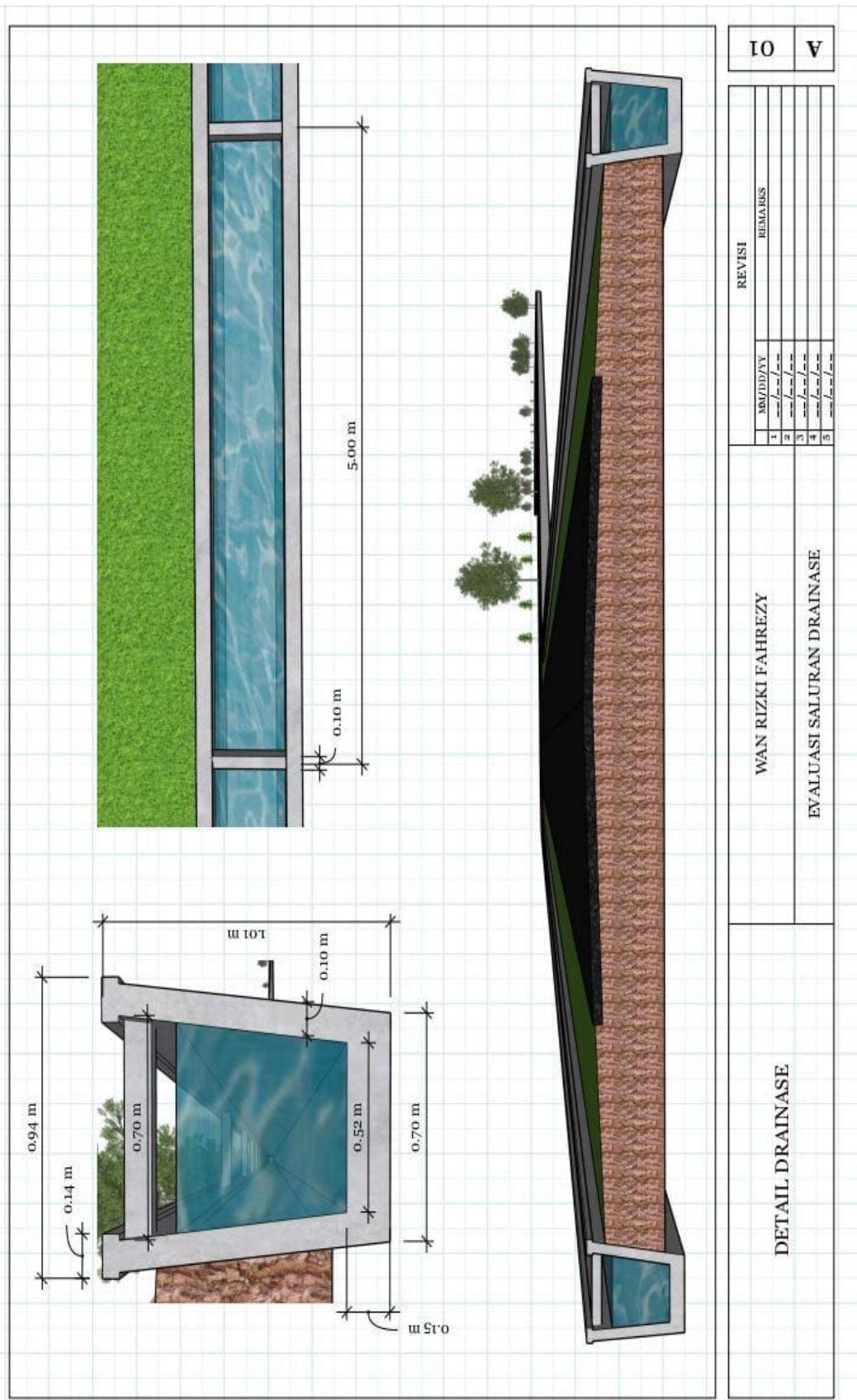
REDESAIN SALURAN DRAINASE



WAN RIZKI FAHREZY

2025

EVALUASI SALURAN DRAINASE



DETAIL DRAINASE		WAN RIZKI FAHREZY		10	
EVALUASI SALURAN DRAINASE		REVISI		A	
		REVISIONS			
		NO.			
		DATE			
		BY			
		CHECKED BY			
		APPROVED BY			



TAMPAK DRAINASE		WAN RIZKI FAHREZY		A	
		EVALUASI SALURAN DRAINASE		02	
				REVISI	
				MM/DD/YY	REMARKS
				1	
				2	
				3	
				4	
				5	