

TUGAS AKHIR

**EVALUASI DAN ANALISIS SALURAN DRAINASE
PERKOTAAN MENGGUNAKAN HEC-RAS
(Studi Kasus Jalan Tentara Pelajar Kota Semarang)**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Akademik
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh:

Muhammad Nur Rizki

30.2021.00.147

Satrio Utomo

30.2021.00.197

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2025

TUGAS AKHIR

EVALUASI DAN ANALISIS SALURAN DRAINASE PERKOTAAN MENGGUNAKAN HEC-RAS (Studi Kasus Jalan Tentara Pelajar Kota Semarang)

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Akademik
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI DAN ANALISIS SALURAN DRAINASE PERKOTAAN MENGUNAKAN HEC-RAS

(Studi Kasus Jalan Tentara Pelajar Kota Semarang)



Muhmmad Nur Rizki

NIM: 30.2021.00.147



Satrio Utomo

NIM: 30.2021.00.197

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 06 Agustus 2025

Tim Penguji

1. **Ir. Moh. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D.**

NIDN: 0612106701

Tanda Tangan

2. **Prof. Dr. Ir. H. Slamet Imam Wahyudi, DEA**

NIDN: 0613026601

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng

NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 17 / A.2 / SA - T / V^{II} / 2025

Pada hari ini tanggal 15 Agustus 2025 berdasarkan surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Ir. Moh Faiqun Niam, M.T., Ph.D
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir.

Muhammad Nur Rizki

NIM: 30202100147

Satrio Utomo

NIM: 30202100197

Judul: Evaluasi Dan Analisis Saluran Drainase Perkotaan Menggunakan Hec-Ras
(Studi Kasus Jalan Tentara Pelajar Kota Semarang)

Dengan tahapan sebagai berikut:

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	14/03/2025	
2	Seminar Proposal	20/04/2025	ACC
3	Pengumpulan data	02/04/2025	
4	Analisis data	21/05/2025	
5	Penyusunan laporan	17/06/2025	
6	Selesai laporan	06/08/2025	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir/Skripsi ini dibuat guna diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak – pihak yang berkepentingan.

Dosen Pembimbing Utama

Ir. Moh. Faiqun Niam, M.T., Ph.D

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : MUHAMMAD NUR RIZKI

NIM : 30202100147

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul:

“EVALUASI DAN ANALISIS SALURAN DRAINASE PERKOTAAN
MENGUNAKAN HEC-RAS (STUDI KASUS JALAN TENTARA PELAJAR
KOTA SEMARANG)”

Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat guna dipergunakan sebagai mana mestinya.



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : SATRIO UTOMO

NIM : 30202100197

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul:

“EVALUASI DAN ANALISIS SALURAN DRAINASE PERKOTAAN
MENGUNAKAN HEC-RAS (STUDI KASUS JALAN TENTARA PELAJAR
KOTA SEMARANG)”

Benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat guna dipergunakan sebagai mana mestinya.

Semarang, 06/08/2025

Yang Membuat Pernyataan,



Satrio Utomo

NIM: 30202100197

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : MUHAMMAD NUR RIZKI

NIM : 30202100147

JUDUL SKRIPSI : EVALUASI DAN ANALISIS SALURAN DRAINASE
PERKOTAAN MENGGUNAKAN HEC-RAS (STUDI
KASUS JALAN TENTARA PELAJAR KOTA
SEMARANG)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasi sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan guna gelar atau ijazah pada Univeristas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Univeristas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 06/08/2025

Yang Membuat Pernyataan,

Muhammad Nur Rizki
NIM: 30202100147

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : SATRIO UTOMO

NIM : 30202100197

JUDUL SKRIPSI : EVALUASI DAN ANALISIS SALURAN DRAINASE
PERKOTAAN MENGGUNAKAN HEC-RAS (STUDI
KASUS JALAN TENTARA PELAJAR KOTA
SEMARANG)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan – bahan yang telah dipublikasi sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan guna gelar atau ijazah pada Univeristas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Univeristas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 06/08/2025

Yang Membuat Pernyataan,



Satrio Utomo

NIM: 30202100197

MOTTO

1. Allah berfirman dalam Al-Quran Surah Al-Imran ayat 110:

كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ
وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ مِنْهُمُ الْمُؤْمِنُونَ وَأَكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ ﴿١١٠﴾

Artinya: “Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan guna manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.”

2. Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri. (QS. Ar-Rad ayat 11)
3. Barangsiapa yang menempuh suatu jalan guna menuntut ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan ke surga. (Hadits Riwayat Imam Muslim)
4. Pengetahuan yang baik adalah yang memberikan manfaat, bukan hanya diingat. (Imam Syafi'i)
5. Sebanyak apapun kau kehilangan, kau harus tetap hidup, tak peduli seberapa kejam kenyataannya (Kimetsu No Yaiba, Kamado Tanjiro: “0713.21”)
6. Meski tidak berjalan mulus setelah berusaha keras, itu diluar kendali manusia. Tidak semua hal akan berjalan sesuai harapan kita, kita sendirilah yang garus menentukan kebahagiaan kita. (Kimetsu No Yaiba, Nezuko: “10.03.02”)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan guna:

1. Kedua orang tua saya Keluarga Bapak Heru Sulistyono yang sudah memberikan memberikan semangat, motivasi, nasihat, dukungan finansial, pendidikan mental, dan doa di setiap langkah yang saya lewati.
2. Adik saya yang selalu memberikan semangat dan perhatiannya.
3. Bapak Ir. Moh. Faiqun Niam, M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing saya yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan ilmu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Dosen dan Staf Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberikan ilmu serta arahan kepada saya.
5. Satrio Utomo selaku teman satu tim yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dalam suka maupun duka.
6. Teman istimewa saya Maslahatul Umah, terimakasih atas perhatian, dukungan, serta memberikan semangat dan hal-hal positif kepada saya.
7. Sahabat seperjuangan, saudara SSC Genk yang selama 4 tahun kita telah lakukan semua kewajiban di gedung tua ini tanpa menyenggol kanan kiri ataupun refund dan yang menerima keluhan saya dan selalu ada disaat susah dan senang, serta memberikan semangat, motivasi serta dukungannya. bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir.
8. Teman-teman Angkatan 2021 Fakultas Teknik dan seluruh keluarga besar Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
9. Dan semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis, baik secara moral maupun material dalam menyelesaikan penyusunan laporan ini.

Muhammad Nur Rizki

NIM: 30202100147

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan guna:

1. Kedua orang tua saya Keluarga Bapak Sudarno yang sudah memberikan memberikan semangat, motivasi, dukungan materil, pendidikan mental, dan doa disetiap langkah yang saya lewati, sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kakak saya Apriliana Suryani yang selalu memberikan semangat dan perhatiannya.
3. Bapak Ir. Moh. Faiqun Niam, M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing saya yang telah memberikan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing dan memberikan ilmu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Dosen dan Staf Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberi ilmu serta arahan kepada saya.
5. Muhammad Nur Rizki selaku teman satu tim yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir dalam suka maupun duka.
6. Teman istimewa saya Vania Citraningtyas, terimakasih atas perhatian, dukungan, serta memberikan semangat dan hal-hal positif kepada saya.
7. Teman-teman seperjuangan saya, SSC Genk yang selalu ada disaat susah dan senang bersama dalam penyelesaian Tugas Akhir dan selalu memberikan semangat, motivasi serta dukungannya.
8. Teman-teman Angkatan 2021 Fakultas Teknik dan seluruh keluarga besar Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
9. Dan semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis, baik secara moral maupun material dalam pelaksanaan penyusunan laporan ini.

Satrio Utomo

NIM: 30202000197

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan Judul “Evaluasi Dan Analisis Saluran Drainase Perkotaan (Studi Kasus: Jalan Tentara Pelajar Kota Semarang)” guna memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Yth. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST. MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
2. Yth. Bapak Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
3. Yth. Bapak Ir. Moh. Faiqun Niam, M.T., Ph.D selaku Dosem Pembimbing utama yang telah memberikan arahan, ilmu serta bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini;
4. Orang tua, keluarga, serta sahabat – sahabat dari kedua penulis atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan.
5. Teman-teman angkatan 2021 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyesuaian Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun penyusunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis tetapi juga bagi para pembaca.

Semarang, 06 Agustus 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	vi
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
ABSTRAK	xix
ABSTRACT	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.2.1 Masalah Penelitian	2
1.2.2 Pernyataan Penelitian	2
1.3 Maksud dan Tujuan	2
1.3.1 Maksud Penelitian	2
1.3.2 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Lokasi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Daerah Aliran Sungai	5
2.1.1 Aliran Sungai	5
2.2 Sistem Drainase	6

2.2.1	Saluran Drainase	7
2.2.2	Drainase Perkotaan	8
2.3	Hidrologi	6
2.4	Curah Hujan	10
2.4.1	Model Metode Rerata Aljabar	10
2.4.2	Metode Polygon Thiessen	11
2.4.3	Metode Isohyet	12
2.5	Analisa Distribusi Frekuensi	13
2.5.1	Pemilihan Jenis Distribusi	13
2.5.2	Uji Kecocokan Distribusi	19
2.6	Debit Banjir Rencana	23
2.7	Hidrolika	24
2.7.1	Penampang Saluran	25
2.7.2	Dimensi Saluran	26
BAB III METODE PENELITIAN		28
3.1	Bagan Alir Penelitian	28
3.2	Lokasi Penelitian	29
3.3	Pengumpulan Data	29
3.3.1	Data Primer	29
3.3.2	Data Sekunder	30
3.4	Tahap Penelitian	25
3.4.1	Analisa Hidrologi	30
3.4.2	Analisa Hidrolika	32
3.4.3	Permodelan Program Hec-Ras	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Deskripsi dan Analisa Data	33
4.2	Kondisi Eksisting Kajian Penelitian	33
4.3	Analisis Hidrologi	35
4.3.1	Stasiun Curah Hujan Bodri Kuto	36
4.3.2	Stasiun Curah Hujan Tlogosari	36

4.3.3	Stasiun Curah Hujan Pucanggading	37
4.3.4	Perhitungan Metode Polygon Thiessen	38
4.4	Analisa Distribusi	40
4.4.1	Distribusi Normal	42
4.4.2	Distribusi Gumbel	44
4.4.3	Distribusi Log Normal	46
4.4.4	Distribusi Log Pearson III	47
4.5	Uji Pendistribusian Probabilitas	50
4.5.1	Uji Chi-Kuadrat	50
4.5.2	Uji Smirnov Kolmogorof	53
4.6	Analisa Debit Rencana	55
4.6.1	Debit Eksisting dan Debit Aliran Rencana	55
4.6.2	Perhitungan Intensitas Curah Hujan	57
4.6.3	Menghitung Debit Rencana Menggunakan Metode Rasional	57
4.7	Analisa Kapasitas Penampang Saluran	58
4.7.1	Analisa Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Program Hec-Ras	59
4.8	Perencanaan Ulang Saluran Drainase	65
4.8.1	Perencanaan Ulang Saluran Drainase Menggunakan Program Hec-Ras	66
BAB V KESIMPULAN		73
5.1	Kesimpulan	73
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN		xxi

DAFTAR TABEL

2.1	Parameter Statistik Guna Menentukan Jenis Distribusi	13
2.2	Syarat Pemilihan Jenis Distribusi.....	13
2.3	Nilai Variabel Reduksi Gauss.....	14
2.4	Reduksi Variabel (YT)	15
2.5	Reduksi Mean (Y_n) dan Reduksi Standart Deviasi (S_n).....	16
2.6	Nilai K guna Metode Distribusi Log Pearson Tipe III.....	17
2.7	Nilai Distribusi Chi-Kuadrat Dalam Keadaan Kritis	20
2.8	Kritis D_0 Guna Nilai Uji Smirnov Kolmogorof	22
2.9	Desain Standar Drainase	24
3.1	Rumus Kecocokan Uji	31
4.1	Data Curah Hujan Bodri Kuto.....	36
4.2	Data Curah Hujan Tlogosari	37
4.3	Data Curah Hujan Pucanggading.....	37
4.4	Luas Polygon Thiessen dan Stasiun Pos Hujan	38
4.5	Curah Hujan Maksimal Penelitian	40
4.6	Syarat Sebaran Distribusi.....	41
4.7	Hasil Perhitungan Sebaran	42
4.8	Tabel Distribusi Normal	42
4.9	Nilai Ekstrim Distribusi Normal	44
4.10	Distribusi Gumbel.....	45
4.11	Nilai Ekstrim Distribusi Gumbel	46
4.12	Niali distribusi Log Normal	46
4.13	Nilai Ekstrim Distribusi Log Normal.....	47
4.14	Nilai Distribusi Log Pearson III.....	48
4.15	Nilai Ekstrim Distribusi Log Pearson III	49
4.16	Hasil Perhitungan Distribusi Probabilitas	49
4.17	Grafik Rekapitulasi Probabilitas	50
4.18	Besar Peluang dan Nilai Kelas Gumbel	51
4.19	Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Guna Distribusi Gumbel	51
4.20	Peluang Batas Kelas Distribusi Log Pearson III	52

4.21	Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Pearson III	52
4.22	Uji Smirnov Kolmogorof	53
4.23	Hasil Distribusi Log Pearson III Uji Smirnor Kolmogorof	54
4.24	Rekapitulasi Uji Chi-Kuadrat.....	55
4.25	Rekapitulasi Uji Smirnov Kolmogorof.....	55
4.26	Standar Kemiringan Penampang.....	56
4.27	Hasil Debit Banjir Rencana.....	57



DAFTAR GAMBAR

2.1	<i>Metode Polygon Thiessen</i>	12
2.2	<i>Metode Isohyet</i>	12
2.3	Penampang Saluran Persegi	25
2.4	Penampang Saluran Trapesium	26
3.1	Bagan Alir Penelitian	28
3.2	Lokasi Penelitian.....	29
4.1	Kondisi Eksisting Drainase	34
4.2	Pengukuran Kondisi Eksisting Kajian Penelitian	34
4.3	Ukuran Penampang Bagian Hulu.....	35
4.4	Ukuran Penampang Bagian Hilir	35
4.5	Gambar Sebaran Polygon Thiessen	39
4.6	Luas Catchement Area.....	55
4.7	Titik Lokasi STA. 0-1041.....	59
4.8	Perancangan File Hec-Ras	60
4.9	Perencanaan Saluran Hulu-Hilir	60
4.10	Perancangan Ukuran Saluran Hulu	61
4.11	Perancangan Ukuran Saluran Hilir	61
4.12	Input Data Nilai Debit.....	62
4.13	Input Data Kemiringan.....	62
4.14	Running Aliran Steady Flow.....	63
4.15	Tampilan Cross Section STA. 0	63
4.16	Tampilan Samping Volume Debit	64
4.17	Tampak 3D Debit Saluran.....	64
4.18	Perancangan Ulang File	66
4.19	Perencanaan Geometri Saluran	67
4.20	Perencanaan Penampang Hulu.....	67
4.21	Perencanaan Penampang Hilir	68
4.22	Input Nilai Debit Rencana.....	68
4.23	Input Nilai Kemiringan	69
4.24	Proses Running	69

4.25	Cross Section STA.0	70
4.26	Cross Section STA. 1041	70
4.27	Profil Plot STA. 0-1041.....	71
4.28	Prespektif 3D Plot STA. 0-1041.....	71



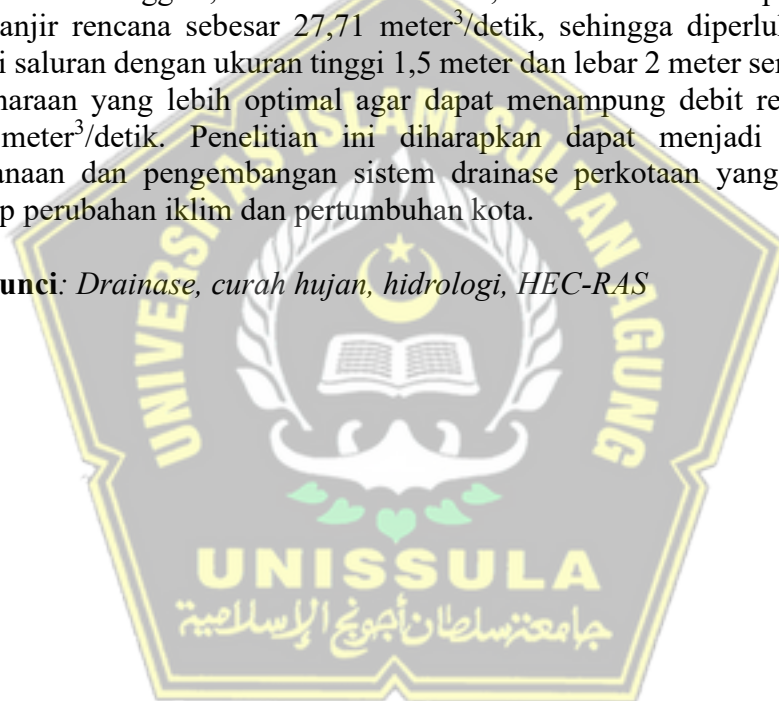
ABSTRAK

Kota Semarang merupakan wilayah yang mengalami pertumbuhan pesat, yang berdampak pada peningkatan jumlah penduduk dan alih fungsi lahan. Hal ini memperburuk kondisi hidrologi wilayah, khususnya di Jalan Tentara Pelajar yang sering mengalami genangan dan banjir saat musim hujan. Penelitian ini bertujuan guna menganalisis kinerja sistem drainase eksisting serta mengevaluasi kemampuannya dalam mengatasi limpasan air dengan periode ulang 10 tahun ke depan.

Metode yang digunakan mencakup analisis hidrologi menggunakan distribusi Gumbel, Normal, Log-Normal, dan Log Pearson III serta uji kecocokan Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov guna menentukan distribusi curah hujan terbaik. Selanjutnya, analisis hidrolika dilakukan dengan pendekatan metode rasional dan pemodelan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas saluran drainase eksisting dengan ukuran tinggi 1,27 meter dan lebar 1,4 meter belum mampu menampung debit banjir rencana sebesar 27,71 meter³/detik, sehingga diperlukan perbaikan dimensi saluran dengan ukuran tinggi 1,5 meter dan lebar 2 meter serta manajemen pemeliharaan yang lebih optimal agar dapat menampung debit rencana sebesar 27,71 meter³/detik. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan dan pengembangan sistem drainase perkotaan yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim dan pertumbuhan kota.

Kata kunci: *Drainase, curah hujan, hidrologi, HEC-RAS*



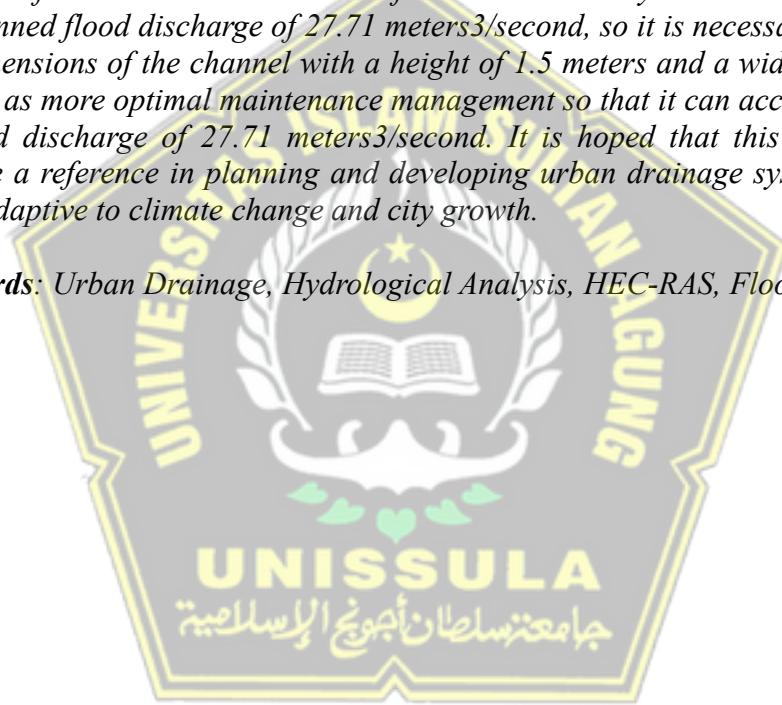
ABSTRACT

The rapid urban development in Semarang City has led to significant population growth and land-use changes, particularly in the Jalan Tentara Pelajar area. These changes have disrupted the hydrological balance, contributing to increased surface runoff and frequent flooding during the rainy season. This study investigates the performance of the existing drainage system in Jalan Tentara Pelajar and assesses its capacity to handle runoff under a 10-year return period rainfall event.

Hydrological analysis was carried out using several probability distribution models, including Normal, Log-Normal, Gumbel, and Log Pearson Type III, followed by goodness-of-fit testing through Chi-Square and Kolmogorov-Smirnov methods to determine the most appropriate rainfall distribution. The rainfall-runoff relationship was modeled using the Rational Method, while hydraulic performance and flood behavior were simulated using the HEC-RAS software.

The research results show that the capacity of the existing drainage channel with a height of 1.27 meters and a width of 1.4 meters is not yet able to accommodate the planned flood discharge of 27.71 meters³/second, so it is necessary to improve the dimensions of the channel with a height of 1.5 meters and a width of 2 meters as well as more optimal maintenance management so that it can accommodate the planned discharge of 27.71 meters³/second. It is hoped that this research can become a reference in planning and developing urban drainage systems that are more adaptive to climate change and city growth.

Keywords: Urban Drainage, Hydrological Analysis, HEC-RAS, Flood Risk



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semarang, kota pusat pemerintahan Provinsi Jawa Tengah, mengalami kemajuan pembangunan yang signifikan. Kemajuan ini turut mendorong peningkatan jumlah penduduknya. Data ini berdasarkan BPS atau Badan Pusat Statistik tahun 2023 (BPS, 2023), jumlah penduduk di Kota Semarang diperkirakan mencapai 1.694.743 jiwa pada tahun 2023. Kenaikan jumlah penduduk tersebut berdampak langsung pada perubahan penggunaan lahan, yang selanjutnya memengaruhi berbagai aspek lingkungan, termasuk sumber daya air dan tanah, sehingga meningkatkan potensi terjadinya banjir di wilayah tersebut (Rosyidie, 2013).

Banjir merupakan peristiwa genangan air di daratan yang umumnya terjadi akibat meluapnya sungai karena hujan lebat atau kiriman air dari wilayah yang lebih tinggi. Di Indonesia, curah hujan tergolong tinggi, yakni antara 2.000 sampai dengan 3.000 mm per tahun, sehingga potensi banjir meningkat saat musim hujan yang biasanya berlangsung dari Oktober hingga Januari. Di seluruh Indonesia terdapat sekitar 600 sungai besar, namun sebagian besar kondisinya kurang optimal dan belum dikelola dengan baik, yang turut menjadi faktor penyebab banjir (Barkonas, 2007).

Tantangan yang dihadapi dalam pembangunan Kota Semarang terkait pengendalian banjir dipicu oleh sejumlah faktor, seperti aliran air dari wilayah lain (banjir kiriman), sedimentasi sungai, tanah longsor, serta banjir rob. Wilayah yang paling sering terdampak genangan banjir umumnya berada di pusat kota, di mana area resapan air terus menyusut. Salah satu penyebab utama banjir di Semarang adalah tingginya volume air kiriman yang mengalir ke kota.

Infrastruktur drainase di kawasan perkotaan merupakan elemen penting yang berkaitan erat dengan tata ruang. Dari berbagai penyebab banjir, sistem drainase yang tidak memadai menjadi faktor dominan. Ketidakefisienan sistem ini menyebabkan air hujan tidak mengalir dengan baik, sehingga memicu genangan di berbagai ruas jalan saat terjadi hujan lebat.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada penjelasan di bagian latar belakang, terdapat sejumlah pertanyaan utama yang dirumuskan sebagai dasar dalam penyusunan tugas akhir ini, yaitu sebagai berikut:

1.2.1 Masalah Penelitian

Permasalahan utama yang akan dianalisis dalam penelitian ini berkaitan dengan terjadinya limpasan air pada sistem drainase di kawasan Jalan Tentara Pelajar, Kota Semarang. Pada akhir 2021 sampai sekarang di akhir tahun 2024 kemarin, terjadi cuaca buruk yang menyebabkan banjir pada beberapa titik ruas Jalan Tentara Pelajar, dikarenakan oleh kinerja saluran drainase yang kurang memadai sampai berdampak pada terganggunya keselamatan dan mobilitas masyarakat.

1.2.2 Pernyataan Penelitian

Bagaimana kesiapan drainase di Jalan Tentara Pelajar pada masa ulang 10 tahun kedepan dalam mengatasi permasalahan yang disebabkan oleh hujan.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan pada penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagaimana berikut:

1.3.1 Maksud Penelitian

Arah studi ini yaitu guna meninjau serta memperluas efektivitas pola drainase yang dibangun di wilayah Jalan Tentara Pelajar, Kelurahan Lamper Kidul, Kecamatan Semarang Selatan, Kota Semarang dan memberikan solusi dalam penanggulangan bencana banjir pada wilayah Jalan Tentara Pelajar.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Studi kasus terkait mempunyai sejumlah sasaran yang penting bagi pola drainase di Jalan Tentara Pelajar:

1. Memberikan analisa hidrologi pada saluran drainase di Jalan Tentara Pelajar, Kota Semarang.

2. Memberikan Analisa hidrolika dan kondisi eksisting pada saluran drainase di Jalan Tentara Pelajar, Kota Semarang.
3. Menganalisis sistem drainase Jalan Tentara Pelajar, Kota Semarang dengan menggunakan software HEC-RAS.
4. Mengidentifikasi cara Tindakan teknis mengurangi debit air dan tindakan teknis terhadap permasalahan drainase.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang serta rumusan masalah yang telah dijelaskan, maka ruang lingkup permasalahan dalam studi ini dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Data intensitas hujan dan peta stasiun intensitas hujan yang dapat dari BBWS Pamali-Juana, BMKG Jawa Tengah dan PUSDATARU Jawa Tengah yaitu stasiun dalam masa 10 tahun.
2. Data curah hujan yang diperoleh dari Instansi BBWS Pemali Juana, BMKG Jawa Tengah dan PUSDATARU Jawa Tengah guna menentukan jumlah Rerata curah hujan daerah penelitian
3. Analisis hitungan debit rencana menggunakan pendekatan rasional atau aljabar.
4. Mengetahui kemampuan pola drainase wilayah Jalan Tentara Pelajar dalam menghadapi bencana banjir saat hujan
5. Penentuan perencanaan ulang penampang drainase menggunakan data cheachment area wilayah kelurahan dan saluran pada daerah penelitian dianggap saluran tertutup.

1.5 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di wilayah Jalan Tentara Pelajar dengan titik kordinat administratif di Kelurahan Lamper Kidul, Kecamatan Semarang Selatan, Kota Semarang.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan yang disusun pada Tugas Akhir ini terbagi menjadi 5 (lima) bab, yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang penyusunan Tugas Akhir, tujuan yang ingin dicapai, ruang lingkup permasalahan yang dibatasi, serta sistematika penulisan yang digunakan dalam laporan ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang landasan konsep dari pola drainase baik dengan umum maupun pada ruas jalan yang berupa definisi serta kalkulasi konsep yang merupakan rujukan maupun acuan yang relevan dan akurat dengan pembahasan pada laporan Tugas Akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

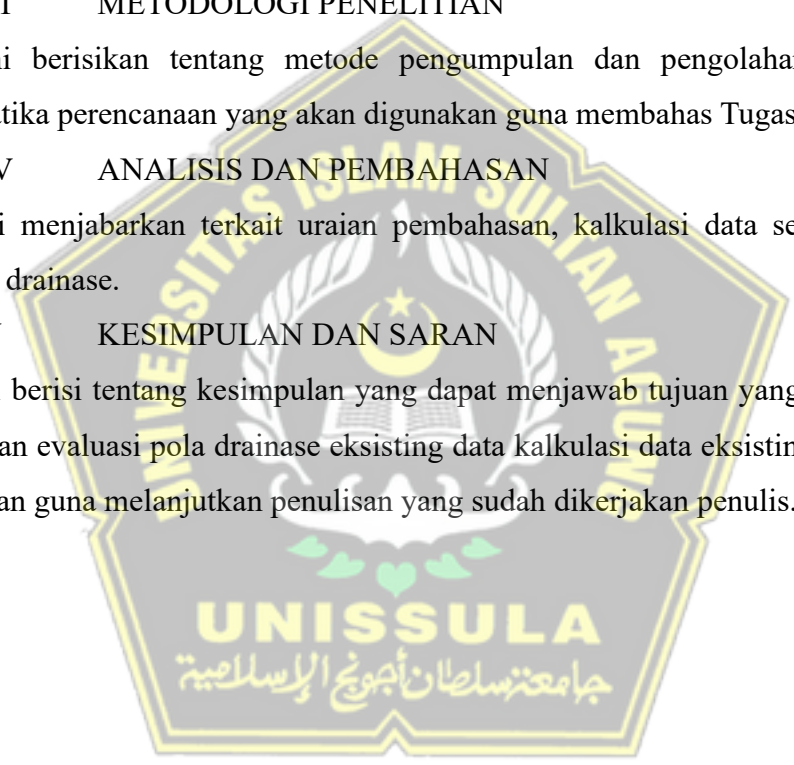
Bab ini berisikan tentang metode pengumpulan dan pengolahan data serta sistematika perencanaan yang akan digunakan guna membahas Tugas akhir.

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjabarkan terkait uraian pembahasan, kalkulasi data serta kalkulasi saluran drainase.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang dapat menjawab tujuan yang telah ditulis dan saran evaluasi pola drainase eksisting data kalkulasi data eksisting yang dapat diberikan guna melanjutkan penulisan yang sudah dikerjakan penulis.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan sebuah kawasan daratan yang menjadi tempat berkumpulnya aliran air menuju sungai utama beserta anak-anak sungainya, dengan batas wilayah yang ditentukan oleh punggung bukit (Watershed). Menurut (Soermarto, 1989), DAS adalah suatu sistem hidrologi yang berada dalam suatu wilayah daratan, di mana seluruh aliran air termasuk air hujan, aliran permukaan, dan sungai-sungai kecil mengalir menuju suatu sungai utama dan akhirnya bermuara pada satu titik akhir, seperti danau atau laut.

Menurut Asdak (2010), Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan suatu kawasan daratan yang secara topografis dibatasi oleh punggung bukit, membentuk satu kesatuan wilayah. Fungsi utama DAS adalah sebagai area penampungan air hujan yang kemudian dialirkan menuju laut melalui sungai utama. Wilayah ini juga dikenal sebagai *catchment area* atau daerah tangkapan air, yang merupakan sebuah ekosistem yang mencakup beragam komponen, seperti tanah, air, vegetasi, serta aktivitas manusia yang memanfaatkan sumber daya tersebut.

Sementara itu, pada bagian hilir DAS terdapat karakteristik khusus seeperti wilayah ini umumnya merupakan area yang sudah dimanfaatkan (eksploitasi), memiliki kepadatan sungai yang rendah, serta kemiringan lereng yang landai (kurang dari 8%). Beberapa bagian hilir dapat menjadi daerah rawan banjir akibat genangan air, dan aliran air biasanya dikelola melalui sistem irigasi. Jenis vegetasi di wilayah ini umumnya didominasi oleh tanaman pertanian, kecuali di daerah estuari (Muara) yang cenderung ditumbuhi vegetasi khas seperti hutan bakau dan tanah gambut.

2.1.1 Aliran Sungai

Sungai merupakan saluran alami yang terbentuk di atas permukaan bumi dan berfungsi sebagai jalur aliran air. Aliran ini berasal dari berbagai sumber, seperti curah hujan, limpasan, mata air, dan aliran tanah, serta sumber air lainnya. Sungai terbentuk ketika air dari mata air mengalir di atas tanah. Sebagian besar curah hujan

yang jatuh di permukaan tanah cenderung mengalir ke daerah yang memiliki elevasi lebih rendah. Setelah melewati berbagai rintangan akibat gravitasi, akhirnya air ini mencapai saluran utama (Denny, 2018)

Sepanjang perjalanan dari sumber hingga muara, sungai bergabung dengan anak sungai yang membuat aliran utama semakin besar. Apabila suatu sungai memiliki beberapa percabangan, maka cabang yang memiliki aliran terpanjang, debit terbesar, dan volume aliran tertinggi disebut sebagai sungai utama. Sementara itu, percabangan lain yang lebih kecil dikenal sebagai anak sungai. Dalam beberapa kasus, sungai juga dapat terbagi menjadi beberapa aliran sebelum bergabung kembali ke saluran utama, dan aliran tersebut disebut sebagai cabang sungai.

Menurut (Sosrodarsono, 1985), karakteristik sungai dipengaruhi oleh kondisi geologi dan bentuk wilayah drainase serta kemiringan permukaan tanah. Geografi suatu daerah memiliki dampak signifikan terhadap bentuk fisik sungai yang ada di sana. Daerah dengan pegunungan yang pendek biasanya memiliki saluran yang sempit dan permukaan tanah yang curam. Sebaliknya, daerah dengan topografi datar biasanya memiliki wilayah drainase yang luas. Aspek-aspek yang berkaitan dengan karakteristik fisik sungai meliputi pola aliran, kondisi sungai, bentuk saluran, tingkat kemiringan, kapasitas, dan perilaku aliran air.

2.2 Sistem Drainase

Drainase berasal dari istilah "*Drainage*" yang mengacu pada tindakan teknis seperti mengalirkan, mengeringkan, menguras, membuang, atau mengalihkan aliran air. Dalam konteks teknik sipil, drainase merupakan rangkaian upaya teknis yang dirancang guna mengalirkan kelebihan air, baik itu air hujan, rembesan, maupun air irigasi dari suatu area tertentu, sehingga lahan tersebut tetap dapat digunakan secara optimal.

Menurut (Sulpirin, 2004) Sistem drainase adalah kumpulan infrastruktur air yang dirancang guna mengurangi serta mengalirkan kelebihan air dari suatu area, sehingga wilayah tersebut bisa digunakan secara optimal. Sementara itu, menurut (Robert J. Kodoatie, 2005) sistem drainase adalah sebuah sistem pengatur aliran air yang dilakukan melalui pembangunan saluran-saluran. Fungsi utama dari sistem ini adalah menampung dan mengalirkan air hujan yang berada di atas permukaan tanah

melalui jaringan saluran tingkat pertama (Tersier), lalu diteruskan ke saluran tingkat menengah (sekunder dan primer) hingga akhirnya dibuang ke sungai atau laut.

Menjaga agar daerah permukiman bebas dari genangan serta memastikan keseimbangan aliran air dalam suatu kawasan adalah hal yang sangat penting. Dengan demikian, pengembangan sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan merupakan aspek penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan tata ruang di Indonesia. Hal ini juga sejalan dengan prinsip-prinsip berbasis lingkungan yang tercantum dalam Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan (DPU, 1990). Secara umum, sistem drainase dibagi menjadi dua jenis utama (Sulpirin, 2004):

- a. Drainase Permukaan merupakan fokus pada pengendalian aliran air yang berada di atas permukaan tanah.
- b. Drainase Bawah Permukaan adalah berkaitan dengan pengaturan aliran air yang berada di bawah permukaan tanah.

2.2.1 Saluran Drainase

Drainase adalah suatu sistem saluran yang berfungsi guna mengalirkan kelebihan air dari suatu wilayah seperti permukiman, kawasan perkotaan, dan jalan raya. Tujuan utamanya adalah guna mencegah terjadinya genangan di permukaan tanah dan dalam jangka panjang guna dapat membantu mengurangi risiko banjir. Sistem drainase dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa aspek sebagai berikut:

- a. Berdasarkan proses pembentukannya
 - Drainase Alami: terbentuk secara spontan tanpa campur tangan manusia, seperti aliran sungai yang terbentuk akibat proses alami seperti erosi tanah.
 - Drainase Buatan: dibuat oleh manusia dengan memanfaatkan berbagai struktur seperti saluran beton, pipa, dan gorong-gorong guna tujuan tertentu.
- b. Berdasarkan lokasi saluran
 - Drainase Permukaan: merupakan saluran yang terletak di atas permukaan tanah dan berfungsi guna mengalirkan air hujan serta mengurangi genangan air secara langsung.
 - Drainase Bawah Tanah: sistem drainase yang bekerja di bawah permukaan tanah dan digunakan guna mengalirkan air limpasan melalui lapisan tanah.

c. Berdasarkan Fungsi Drainase

- Drainase Tujuan Tunggal (*Single Purpose*): dirancang khusus guna satu jenis aliran, misalnya hanya guna mengalirkan air hujan.
- Drainase Multi Fungsi (*Multi Purpose*): dirancang guna menangani berbagai jenis aliran air secara bersamaan, misalnya air limbah domestik dan air hujan dalam satu sistem yang terintegrasi.

d. Berdasarkan Konstruksi Saluran

- Saluran Terbuka: saluran yang tidak memiliki penutup di bagian atas dan biasanya digunakan guna mengalirkan air yang tidak berbahaya, seperti air hujan.
- Saluran Tertutup: saluran yang tertutup di bagian atas dan umum berfungsi guna menyalurkan air limbah yang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan maupun membahayakan kesehatan masyarakat, biasanya diterapkan di kawasan perkotaan dan permukaan padat

2.2.2 Drainase Perkotaan

Menurut (Nurmaidah, 2013) sistem drainase perkotaan dibagi menjadi 2 sebagai berikut:

1. Sistem Drainase Makro

Drainase makro merupakan sistem saluran atau badan air yang berfungsi guna menampung dan mengalirkan air dari wilayah tangkapan hujan. Sistem ini sering dikenal sebagai saluran utama atau drainase primer. Jaringan drainase makro menangani aliran air dalam skala besar, seperti saluran primer, kanal, maupun sungai. Perencanaan sistem ini umumnya menggunakan periode ulang antara 5 hingga 10 tahun dan memerlukan analisis topografi yang komprehensif.

2. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro mencakup saluran dan struktur pendukung yang berfungsi guna menampung serta mengalirkan air hujan dari area tangkapan menuju saluran yang terletak di sepanjang tepi jalan, saluran air hujan atau selokan di sekitar bangunan atau perumahan, dan tempat lain dimana debit air yang dapat ditampungnya rendah. Drainase mikro ini biasanya dirancang guna hujan dengan masa 25 atau 10 tahun, tergantung pada cara lahan yang digunakan.

2.3 Hidrologi

Hidrologi adalah suatu cabang ilmu geosains yang mempelajari tentang air dalam berbagai bentuk dan fasenya. Serta pergerakannya di dalam siklus hidrologi yang melibatkan atmosfer, permukaan bumi, dan lapisan bawah tanah. Hidrologi tidak hanya mencakup aspek fisik air, tetapi juga interaksinya terhadap lingkungan, manusia serta terhadap dampak ekosistem dan Pembangunan. Menurut (Van Te Chow, 1964) ilmu yang berkaitan dengan air yang terdapat di bumi termasuk tentang pergerakan, distribusi dan sifat-sifat fisis dan kimia dari air tersebut serta hubungannya dengan lingkungan dan kehidupan manusia masuk kedalam lingkup hidrologi.

Secara alami, air mengalir dari daerah yang lebih tinggi (hulu) menuju wilayah yang lebih rendah (hilir). Proses aliran ini bisa terjadi di permukaan tanah maupun di bawah permukaan. Dalam kondisi lingkungan yang alami, perubahan wujud, pergerakan air baik yang terjadi di darat, dalam tanah, maupun di atmosfer serta berbagai bentuk aliran yang berlangsung dalam pola seimbang dikenal sebagai siklus hidrologi (Kodoatie, 2010).

Proses siklus hidrologi melibatkan beberapa tahapan utama yang terjadi secara berulang dan saling berkesinambungan. Dimulai dengan evaporasi (penguapan) air dari permukaan laut, sungai, danau, serta transpirasi dari tumbuhan yang menghasilkan uap air ke atmosfer. Uap air tersebut kemudian mengalami kondensasi di udara dingin sehingga membentuk awan. Ketika uap air dalam awan mencapai titik jenuh, terjadi presipitasi berupa hujan es, salju, atau hujan air yang jatuh ke permukaan bumi. Air hujan tersebut mengalir sebagai runoff (aliran permukaan) menuju sungai dan danau, sementara sebagian meresap ke dalam tanah melalui proses infiltrasi dan menjadi air tanah. Air tanah dapat tersimpan dalam akuifer atau keluar kembali ke permukaan melalui mata air. Akhirnya, seluruh air tersebut akan kembali ke laut atau sumber air utama, dan proses ini akan berulang terus menerus membentuk suatu siklus yang disebut siklus hidrologi.

2.4 Curah Hujan

Curah hujan dapat diukur dalam satuan milimeter (mm), yang menunjukkan tinggi lapisan air hujan yang jatuh pada permukaan datar. Pengukuran ini mengasumsikan bahwa tidak ada air yang menguap, meresap, atau mengalir. Sebagai ilustrasi curah hujan sebesar 1 mm berarti air hujan setinggi 1 mm tertampung di area seluas 1 m² tanpa kehilangan akibat penguapan atau peresapan.

Sebagai negara kepulauan yang terletak di kawasan tropis, Indonesia memiliki curah hujan tahunan yang tinggi. Intensitas hujan ini biasanya meningkat di wilayah pegunungan. Tingginya curah hujan di daerah tropis umumnya disebabkan oleh proses konveksi dan terbentuknya awan hujan akibat pemanasan. Fenomena ini terjadi saat udara lembap naik ke lapisan atmosfer, dan bila kondisi atmosfer tidak stabil yaitu ketika udara yang naik bersifat lembap dan laju penurunan suhu udara lingkungan berada di antara *lapse rate* adiabatik kering dan jenuh maka akan terbentuk awan melalui proses kondensasi yang menghasilkan hujan.

Kondisi atmosfer yang tidak stabil, yang ditentukan oleh kelembaban udara, memungkinkan terjadinya proses konveksi yang intens. Akibatnya, jumlah hujan tahunan, intensitas, durasi, frekuensi, dan distribusinya sangat bervariasi di berbagai wilayah dan waktu.

2.4.1 Model Rerata Aljabar

Metode Konvensional atau dikenal juga sebagai metode Rerata Aljabar merupakan salah satu teknik sederhana yang sering digunakan guna mengestimasi data curah hujan yang tidak tercatat. Cara ini dilakukan dengan menghitung nilai Rerata dari data curah hujan yang tersedia di beberapa stasiun dalam satu kawasan. Umumnya, stasiun-stasiun tersebut berada di dalam wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS), namun stasiun yang berada di luar DAS tetapi masih dalam jarak yang dekat juga bisa dipertimbangkan (Triatmodjo, 2013). Metode ini paling sesuai diterapkan jika distribusi hujan di area tersebut relatif seragam.

Rumus yang digunakan pada metode ini yaitu:

$$P = \frac{(P_1 + P_2 + \dots + P_n)}{n}$$

Dimana:

P : Curah hujan yang hilang (mm)

P1, P2, ..., Pn : Curah hujan yang tercatat di stasiun 1, 2, ..., n (mm)

N : Jumlah stasiun hujan

2.4.2 Metode Polygon Thiessen

Metode Thiessen Polygon digunakan guna menghitung Rerata curah hujan dengan memberikan bobot tertentu pada setiap stasiun pengamatan berdasarkan luas wilayah yang diwakilinya. Pendekatan ini digunakan ketika distribusi stasiun hujan di suatu wilayah tidak merata. Langkah awal dalam metode ini adalah menghubungkan seluruh titik stasiun hujan yang tersedia, kemudian membuat garis pembagi sama panjang di antara setiap pasangan stasiun. Selanjutnya, dari titik tengah garis tersebut ditarik garis tegak lurus. Metode ini diterapkan ketika distribusi stasiun pengamatan di suatu wilayah tidak merata. Perhitungan curah hujan Rerata dilakukan dengan memperhitungkan kontribusi masing-masing stasiun berdasarkan luas area yang berada di antara garis-garis pembagi tersebut (Pranoto, 2011).

Metode ini umum digunakan dalam perhitungan Rerata curah hujan di suatu kawasan. Pola Thiessen bersifat tetap selama konfigurasi jaringan stasiun hujan tidak berubah. Namun, apabila terjadi perubahan, seperti penambahan atau pemindahan lokasi stasiun, maka pembagian poligonnya perlu diperbarui atau digambar ulang (Pranoto, 2011).

Rumus perhitungan curah hujan Rerata:

$$\bar{P} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i A_i}{A}$$

Dimana:

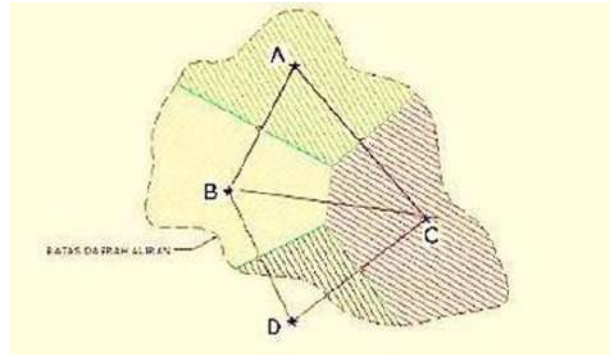
P : Curah hujan Rerata wilayah atau daerah (mm)

n : Jumlah titik pengamatan

Pi : Curah hujan Rerata tahunan (mm)

Ai : Luas wilayah yang dibatasi

A : Luas daerah penelitian



Gambar 2.1 Metode Polygon Thiessen

(Sumber: Komunitas Atlas, 2010)

2.4.3 Metode Isohyet

Metode Isohyet merupakan teknik interpolasi yang digunakan guna memperkirakan Rerata curah hujan di suatu area dengan cara menghubungkan titik-titik yang mencatat jumlah curah hujan yang sama. Pendekatan ini mengasumsikan bahwa curah hujan di antara dua garis isohyet bersifat merata dan nilainya dianggap sebagai Rerata dari kedua garis tersebut (Pangaribuan dan Amarrohman, 2019)

Rumus perhitungan dengan menggunakan metode isohyet:

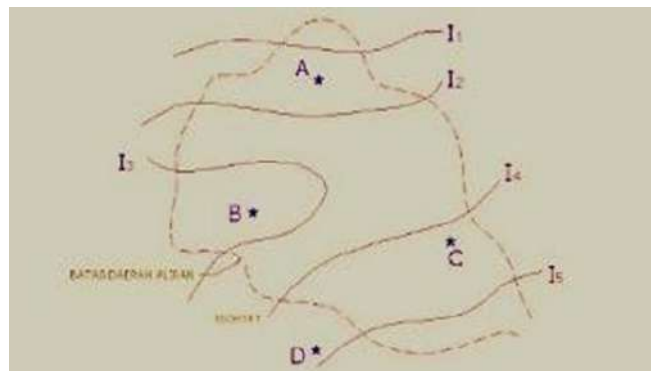
$$R = \frac{A_{1.2}}{A} R_{1.2} + \frac{A_{2.3}}{A} R_{2.3} + \dots + \frac{A_{n.n+1}}{A} R_{n.n+1}$$

Dimana:

R : Curah hujan Rerata (mm) R1,R2,...

Rn : Curah hujan pada stasiun 1,2,...n (mm) A1,A2,...

An : Luas bagian yang dibatasi oleh isohyet (km²)



Gambar 2.2 Metode Isohyet

(Sumber: Komunitas Atlas, 2010)

2.5 Analisa Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi merupakan cara mengelompokkan data ke dalam beberapa kategori atau kelas, yang masing-masing menunjukkan banyaknya data yang termasuk dalam kategori tersebut. Menurut beberapa ahli, distribusi ini dapat disusun berdasarkan kelas interval atau kategori tertentu guna memudahkan analisis dan pemahaman pola data. Menurut Hasan (2001), distribusi frekuensi merupakan penyajian data yang disusun berdasarkan interval kelas atau kategori tertentu dalam bentuk daftar. Penyajian ini memberikan gambaran yang terstruktur dan sistematis terhadap data yang tersedia.

Tabel 2.1 Parameter Statistik guna menentukan Jenis Distribusi

Jenis Sebaran	Syarat	Hasil Perhitungan	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	0,8	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	0,8	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3$	0,1	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	-0,4	Tidak Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1,14$	0,8	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5,4$	0,8	Tidak Memenuhi
Log Pearson III	Jika tidak ada Uji parameter yang memenuhi	$C_s = 0,1$ $C_k = -0,4$ $C_v = 0,08$	Memenuhi

Sumber: Suripin, 2004

2.5.1 Pemilihan Jenis Distribusi

Menurut (Suripin, 2004) Distribusi dibagi menjadi empat distribusi yaitu Normal, Log Normal, Gumbel Type I, dan Log Pearson type III.

Tabel 2.2 Syarat Pemilihan Jenis Distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	$C_s \approx 0$
		$C_k \approx 3$
		$C_s \approx 1,139$
2	Gumbel	$C_k \approx 5,402$
3	Log Normal	$C_s \approx 1,137$
		$C_k \approx 5,383$
4	Log Pearson III	$C_s \neq 0$
		$C_v \approx 0,3$

Sumber (Sutiono, 1996)

1. Distribusi Normal

$$XT = \bar{X} + K_T \times S$$

Dimana:

XT : Hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

X : Nilai Rerata dari data hujan (mm)

K_T : Faktor frekuensi lainnya bergantung pada nilai “t” yang diperoleh dari Tabel Reduksi Variasi Gauss

S : Standar deviasi dari data hujan (mm)

Tabel 2.3 Nilai Variabel Reduksi Gauss

Periode Ulang T (tahun)	Peluang	K
1.001	0.999	-3.05
1.005	0.995	-2.58
1.010	0.990	-2.33
1.050	0.950	-1.64
1.110	0.900	-1.28
1.250	0.800	-0.84
1.330	0.750	-0.67
1.430	0.700	-0.52
1.670	0.600	-0.52
2.000	0.500	0
2.500	0.400	0.25
3.330	0.300	0.52
4.000	0.250	0.67
5.000	0.200	0.84
10.000	0.100	1.28
20.000	0.050	1.64
50.000	0.020	2.05
100.000	0.010	2.33
200.000	0.005	2.58
500.000	0.002	2.88
1.000.000	0.001	3.09

(Sumber: Soewarno, 1995)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^2}{n-1}} \text{ Data hujan standar deviasi (mm)}$$

2. Distribusi Log Normal

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

Dimana:

$$\text{Log } X_T = \text{Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)}$$

$$\text{Log } \bar{X} = \text{Nilai Rerata dari Log } X_T = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \text{ (mm)}$$

$$S \text{ Log } X = \text{Deviasi standar dari Log } X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}}$$

K_T = Faktor frekuensi lainnya tergantung dari “t”, nilai yang didapatkan dari Tabel Variabel Reduksi Gauss (Tabel 2.3)

3. Distribusi Gumbel

$$X_T = \bar{X} + \frac{Y_T - Y}{S_n} \times Sd$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

X_T = Hujan dengan return periode T (mm)

$\bar{X}$ = Curah hujan maksimum Rerata (mm)

N = Banyak data tahun pengamatan

Sd = Standart deviasi

Y_n = Reduksi mean (hubungan dengan banyak data, n)

Y_T = Reduksi variate (hubungan dengan return period, t)

S_n = Reduksi standart deviation (hubungan dengan banyaknya data, n)

Nilai Y_T , Y_n , dan S_n telah ditetapkan dalam tabel

Tabel 2.4 Reduksi Variabel (Y_T)

Periode Ulang	Reduksi Variate
2	0,367
5	1,500
10	2,250
20	2,970
25	3,199
50	3,902
100	4,600

200	5,296
250	5,519
500	6,214
1000	6,907
5000	8,517
10000	9,210

(Sumber: Suripin, 2004)

Tabel 2.5 Reduksi Mean (Y_n) dan Reduksi Standard Deviasi (S_n)

N	Y_n	S_n	N	Y_n	S_n	N	Y_n	S_n
8	0,4843	0,9043	39	0,543	1,1388	70	0,5548	1,1854
9	0,4902	0,9288	40	0,5436	1,1413	71	0,555	1,1863
10	0,4952	0,9497	41	0,5442	1,1436	72	0,5552	1,1873
11	0,4996	0,9676	42	0,5448	1,1458	73	0,5555	1,1881
12	0,5035	0,9833	43	0,5453	1,148	74	0,5557	1,189
13	0,507	0,9971	44	0,5458	1,1499	75	0,5559	1,1898
14	0,51	1,0095	45	0,5463	1,1519	76	0,5561	1,1906
15	0,5128	1,0206	46	0,5468	1,1538	77	0,5563	1,1915
16	0,5157	1,0316	47	0,5473	1,1557	78	0,5565	1,1923
17	0,5181	1,0411	48	0,5477	1,1574	79	0,5567	1,193
18	0,5202	1,0493	49	0,5481	1,159	80	0,5569	1,1938
19	0,522	1,0565	50	0,5485	1,1607	81	0,557	1,1945
20	0,5236	1,0628	51	0,5489	1,1623	82	0,5572	1,1953
21	0,5252	1,0696	52	0,5493	1,1638	83	0,5574	1,1959
22	0,5268	1,0754	53	0,5497	1,1658	84	0,5576	1,1967
23	0,5283	1,0811	54	0,5501	1,1667	85	0,5578	1,1973
24	0,5296	1,0864	55	0,5504	1,1681	86	0,558	1,198
25	0,5309	1,0915	56	0,5508	1,1696	87	0,5581	1,1987
26	0,532	1,0961	57	0,5511	1,1708	88	0,5583	1,1994
27	0,5332	1,1004	58	0,5515	1,1721	89	0,5585	1,2001

28	0,5343	1,1047	59	0,5518	1,1734	90	0,5586	1,2007
29	0,5353	1,1086	60	0,5521	1,1747	91	0,5587	1,2013
31	0,5371	1,1159	62	0,5527	1,177	93	0,5591	1,2026
32	0,538	1,1193	63	0,553	1,1782	94	0,5592	1,2032

4. Distribusi Log Person III

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

Dimana :

Log X_T = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang

Log $\bar{X}$ = Nilai rata rata Log X_T

S Log X = Deviasi standar Log $\bar{X}$

K_T = Koefisien frekuensi, berdasarkan hubungan nilai C_s dengan periode ulang T

C_s = Koefisien Skewness

Tabel 2.6 Nilai K guna Metode Distribusi Log Person Type III

Koefisien Kemencengan	Periode Ulang (Tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Probabilitas							
	50%	20%	10%	4%	2%	1%	0,50%	0,10%
3	-0,396	0,42	1,18	2,278	3,152	4,051	4,97	7,25
2,5	-0,36	0,518	1,25	2,262	3,048	3,845	4,652	6,6
2,2	-0,33	0,574	1,284	2,24	2,97	3,705	4,444	6,2
2	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,91
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,193	3,499	4,147	5,66
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,163	3,388	3,99	5,39
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,128	3,271	3,828	5,11
1,2	-0,195	0,732	1,34	2,087	2,087	3,149	3,661	4,82
1	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,43	3,022	3,489	4,54
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,78	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,25

0,7	-0,116	0,79	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,1
0,6	-0,099	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,96
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,91	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,261	2,615	2,949	3,67
0,3	-0,05	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,38
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,4	2,67	3,235
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,09
-0,1	0,017	0,836	1,27	1,761	2	2,252	2,482	3,95
-0,2	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178	2,388	2,81
-0,3	0,05	0,853	1,245	1,643	1,89	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,54
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,4
-0,6	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88	2,016	2,275
-0,7	0,166	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,15
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,488	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,66	1,749	1,91
-1	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,8
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,27	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,2	1,216	1,28
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,089	1,097	1,13
-2	0,307	0,777	0,895	0,959	0,98	0,99	1,995	1
-2,2	0,33	0,752	0,844	0,888	0,9	0,905	0,907	0,91
-2,5	0,36	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,8	0,802
-3	0,396	0,636	0,66	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

(Sumber: Soewarno, 1995)

2.5.2 Uji Kecocokan Distribusi

Uji kesesuaian distribusi tujuan guna menilai sejauh mana distribusi frekuensi dari sampel sesuai dengan distribusi probabilitas yang telah ditentukan. Guna mempresentasikan distribusi frekuensi tersebut, dilakukan pengujian dengan menggunakan metode yang umum, seperti uji chi-kuadrat dan uji Kolmogorov-Smirnov.

1. Uji Chi-Kuadrat

Uji chi-Kuadrat bertujuan guna mengevaluasi apakah distribusi probabilitas dapat dengan akurat menggambarkan distribusi data sampel yang sedang dianalisis. Dalam uji ini, keputusan diambil berdasarkan perhitungan parameter χ^2 Chi-Kuadrat dengan rumus :

$$\chi^2_h = \sum \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$$

Dimana :

χ^2_h = Parameter chi kuadrat terhitung

O_f = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke -i

E_f = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke -i

Metode Chi-Kuadrat dan syarat-syaratnya dapat ditafsirkan melalui hasil sebagai berikut:

- a. Apabila probabilitas distribusi lebih dari 5%, maka data hasil pengamatan serta distribusi hujan harian maksimum selama beberapa tahun dianggap layak dan dapat digunakan guna analisis selanjutnya.
- b. Jika probabilitas distribusi kurang dari 1%, maka data pengamatan dari sejumlah tahun dengan distribusi hujan harian maksimum yang tersedia tidak sesuai dengan kriteria distribusi yang diharapkan.
- c. Sementara itu, apabila probabilitas distribusi berada dalam rentang 1% hingga 5%, maka hasil tersebut tidak cukup meyakinkan guna mengambil keputusan, sehingga kemungkinan diperlukan penambahan data pengamatan agar memenuhi kriteria distribusi yang ditentukan.

Berdasarkan penafsiran diatas, perhitungan dapat melalui beberapa langkah. Sebagai berikut :

- a. Tentukan jumlah tahun pengamatan curah hujan (n) yang akan dianalisis.

- b. Urutkan data pengamatan dari nilai tertinggi ke terendah, atau sebaliknya dari yang terendah ke tertinggi.
- c. Hitung jumlah kelas (K) menggunakan rumus $K=1+3,322 \log n$. Kemudian, bagi data ke dalam beberapa subkelompok, dengan syarat setiap subkelompok minimal berisi empat data pengamatan.
- d. Hitung derajat kebebasan (DK) menggunakan rumus $DK = K-(U+1)$, di mana nilai $U = 2$ guna distribusi normal dan binomial, serta $U = 1$ guna distribusi Poisson.
- e. Tentukan nilai kritis Chi-Kuadrat (X^2_{Cr}) dan gunakan tingkat signifikansi $h = 5\%$ berdasarkan tabel distribusi Chi-Kuadrat.
- f. Data dapat diinterpretasikan dengan menganalisa perbandingan nilai chi-kuadrat kritis (X^2_{Cr}) dengan perbandingan nilai hasil perhitungan (X^2_h), kemudian dicocokkan dengan table distribusi chi-kuadrat tersebut. Dengan hasil nilai menunjukan $X^2_h < X^2_{Cr}$.

Tabel 2.7 Nilai Distribusi Chi-Kuadrat dalam keadaan kritis

Dk	Derajat Kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,00039	0,00016	0,00098	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,1	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,21	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	14,86
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	12,832	15,086	16,75
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,69	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,18	2,733	15,507	17,535	20,09	21,955
9	1,735	2,088	2,7	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,94	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,492	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,3
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,66	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319

15	4,601	5,229	6,161	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,39	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,26	9,591	10,851	31,41	34,17	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,26	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,98	45,558
25	10,52	11,524	13,12	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,92
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	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	45,722	49,588	52,336
30	13,787	15,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

(Sumber : Soemitro,1999)

2. Uji Smirnov Kolmogorof

Uji Smirnov Kolmogorof atau dengan kata lain Uji Kecocokan Non Parametik sering sekali digunakan dalam proses pengujian yang tidak melibatkan penggunaan fungsi distribusinya. Langkah-langkah prosedurnya sebagai berikut :

- Menyusun data dalam urutan terbesar menuju terkecil atau sebaliknya.

Kemudian tentukan peluang tak terlampaui guna data dengan menggunakan rumus :

$$P(x) = \frac{m}{n+1}$$

Dimana :

M = Nomor urut kejadian

n = Jumlah data

Dengan ketentuan :

X1 = P(X1)

X2 = P(X2)

$$X_3 = P(X_3)$$

$$X = P(X_m)$$

- b. Hitung nilai dari masing-masing peluang teoritis yang berasal dari sebaran data yang dimiliki, dengan menggunakan persamaan distribusi yang sesuai:

$$P'(x) = F(t)$$

Variabel Normal :

$$F(t) = \frac{X_i - X_{rt}}{s}$$

Keterangan :

X_i = Curah hujan ke-i

X_{rt} = Curah hujan Rerata

Dengan ketentuan :

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3)$$

$$X_m = P(X_m)$$

- c. Selisih penyebaran peluang pengamatan dan peluang teoritis dapat dihitung melalui :

$$D_{max} = [P(X_m) - P'(X_m)]$$

- d. Menentukan nilai Kritis D_0 menggunakan table nilai kritis

Tabel 2.8 Kritis D_0 guna Nilai Uji Smirnov-Kolmogorov

N	Level of Significance (a)				
	20	15	10	5	1
1	0,9	0,925	0,95	0,975	0,995
2	0,684	0,726	0,776	0,842	0,929
3	0,565	0,597	0,642	0,708	0,829
4	0,494	0,525	0,564	0,624	0,734
5	0,446	0,474	0,51	0,563	0,669
6	0,41	0,436	0,47	0,521	0,618
7	0,381	0,405	0,438	0,486	0,577

8	0,358	0,381	0,411	0,4457	0,543
9	0,339	0,36	0,388	0,432	0,514
10	0,322	0,342	0,368	0,409	0,486
11	0,307	0,326	0,352	0,391	0,468
12	0,295	0,313	0,338	0,375	0,45
13	0,284	0,302	0,325	0,361	0,433
14	0,274	0,292	0,314	0,349	0,418
15	0,266	0,283	0,304	0,338	0,404
16	0,258	0,274	0,295	0,328	0,391
17	0,25	0,266	0,286	0,318	0,38
18	0,244	0,259	0,278	0,309	0,37
19	0,237	0,252	0,272	0,301	0,361
20	0,231	0,246	0,264	0,294	0,352
N > 50	<u>1,07</u>	<u>1,14</u>	<u>1,22</u>	<u>1,36</u>	<u>1,63</u>
	N0,5	N0,5	N0,5	N0,5	N0,5

(Sumber: Bonnier, 1980 dalam Soewarno, 199)

2.6 Debit Banjir Rencana

Lukman (2018) menyatakan bahwa estimasi debit rencana guna sistm drainase di wilayah perkotaan dapat dihitung menggunakan rumus rasional. Dalam analisis penampang saluran, dilakukan perhitungan terhadap luas basah serta keliling basah penampang saluran, sedangkan volume aliran dianalisis menggunakan persamaan Manning.

Tahapan berikutnya adalah menentukan besarnya debit aliran yang melewati saluran tersebut. Perencanaan desain saluran drainase mengacu pada *Pedoman Drainase Perkotaan* serta *Standar Desain Teknis*, yang rinciannya tercantum dalam tabel yang telah disediakan.

Tabel 2.9 Desain Standar Saluran Drainase

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

(Sumber: *Suripin 2004*)

Metode Rasional merupakan salah satu metode yang digunakan guna memperkirakan besarnya debit aliran permukaan yang dihasilkan akibat terjadinya hujan. Metode ini sering dijadikan dasar dalam perencanaan debit saluran drainase. Metode Rasional didasarkan pada asumsi utama bahwa debit puncak akan tercapai apabila durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi aliran permukaan. Menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A$$

Keterangan :

Q_p = Debit puncak banjir (m^3/det)

A = Luas daerah aliran sungai (km^2)

C = Koefisien aliran limpasan permukaan

I = Intensitas curah hujan berdurasi setara dengan waktu konsentrasi banjir

2.7 Hidrolika

Hidrolika merupakan disiplin ilmu yang membahas karakteristik serta hukum-hukum yang mengatur perilaku zat cair, baik saat berada dalam kondisi statis maupun saat mengalir. Pemahaman mengenai prinsip dasar hidrolika sangat penting, terutama dalam kajian hidrometri, yang berkaitan erat dengan analisis aliran sungai.

Bagi seorang ahli di bidang pengairan, perhatian utama biasanya tertuju pada unsur aliran sungai, khususnya terhadap volume aliran yang melewati suatu penampang basah per satuan waktu, atau yang dikenal dengan istilah debit ($m^3/detik$). Dapat dinyatakan dengan rumus:

$$Q = \frac{A}{v}$$

dengan keterangan :

Q = Debit (m^3/det)

A = Luas Penampang (m^2)

V = Kecepatan aliran Rerata (m/det)

2.7.1 Penampang Saluran

Sultan dan Simorangkir (2018) menyatakan bahwa perencanaan penampang saluran bertujuan guna menentukan bentuk penampang yang paling sesuai dan efisien dalam pemanfaatan lahan. Efisiensi ini mengacu pada upaya mengoptimalkan penggunaan lahan yang tersedia.

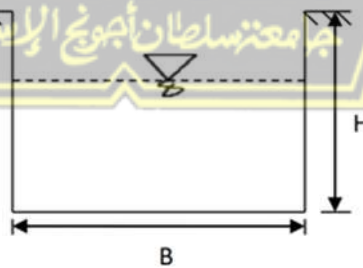
1. Penampang Persegi

Saluran dengan penampang melintang berbentuk persegi, di mana lebar dasar adalah B dan kedalaman aliran sebesar h, maka luas penampang basah dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$A : B \times H$$

Sedangkan keliling basah (P) bergantung pada bentuk geometri penampang tersebut. Oleh karena itu, penampang persegi yang paling ekonomis akan tercapai ketika kedalaman aliran (h) sama dengan setengah dari lebar dasar saluran (B).

Dengan kata lain, dalam kondisi optimal, jari-jari hidrolis akan sama dengan setengah dari kedalaman aliran.



Gambar 2.3 Penampang Saluran Persegi

(Sumber: Suripin, 2004)

Dengan rumus :

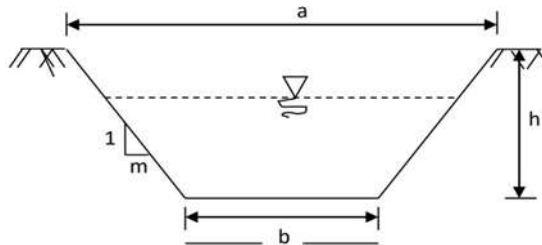
Luas Penampang $A = (b + mh) \times h$

Keliling basah $P = b + 2h$

Jari – jari hidrolis $R = \frac{A}{P}$

2. Penampang Trapesium

Saluran dengan penampang melintang yang memiliki lebar dasar b , kedalaman aliran h , serta kemiringan dinding 1 horizontal terhadap m vertikal, dapat dianalisis melalui rumus luas penampang (A) dan keliling basah (P) seperti berikut.



Gambar 2.4 Penampang Saluran Trapesium

(Sumber: Suripin, 2004)

Penampang trapesium paling ekonomis dapat dihitung menggunakan rumus:

Luas Penampang

$$A = (b + mh) \times h$$

Keliling basah

$$P = b + 2h \times \sqrt{1 + m^2}$$

Jari-Jari Hidrolik

$$R = \frac{A}{P}$$

2.7.2 Dimensi Saluran

Dimensi saluran harus dirancang sedemikian rupa agar mampu menampung debit rencana. Artinya, kapasitas aliran yang dapat mengalir melalui saluran tersebut (Q_s) harus sama dengan atau lebih besar dari debit rencana (Q_t). Dimensi Saluran ini masih memiliki keterkaitan satu sama lain dapat dijelaskan dalam rumus berikut ini :

$$Q_s > Q_t$$

Suatu penampang memiliki debit yang dapat dihitung dengan rumus:

$$Q_s = A \times V$$

Dengan keterangan :

A = Luas Penampang saluran (m²)

V = Kecepatan Rerata aliran dalam saluran (m/det)

Sedangkan Rerata kecepatan aliran dalam saluran diperoleh dengan menghitung berdasarkan rumus Manning sebagai berikut :

$$V = \left\{ \frac{1}{n} \times R^{\frac{1}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \right\}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Dengan keterangan :

P = Keliling penampang basah (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

V = Kecepatan aliran (m/det)

S = Kemiringan dasar saluran (m)

n = Koefisien kekasaran manning

A = Luas penampang saluran (m³)

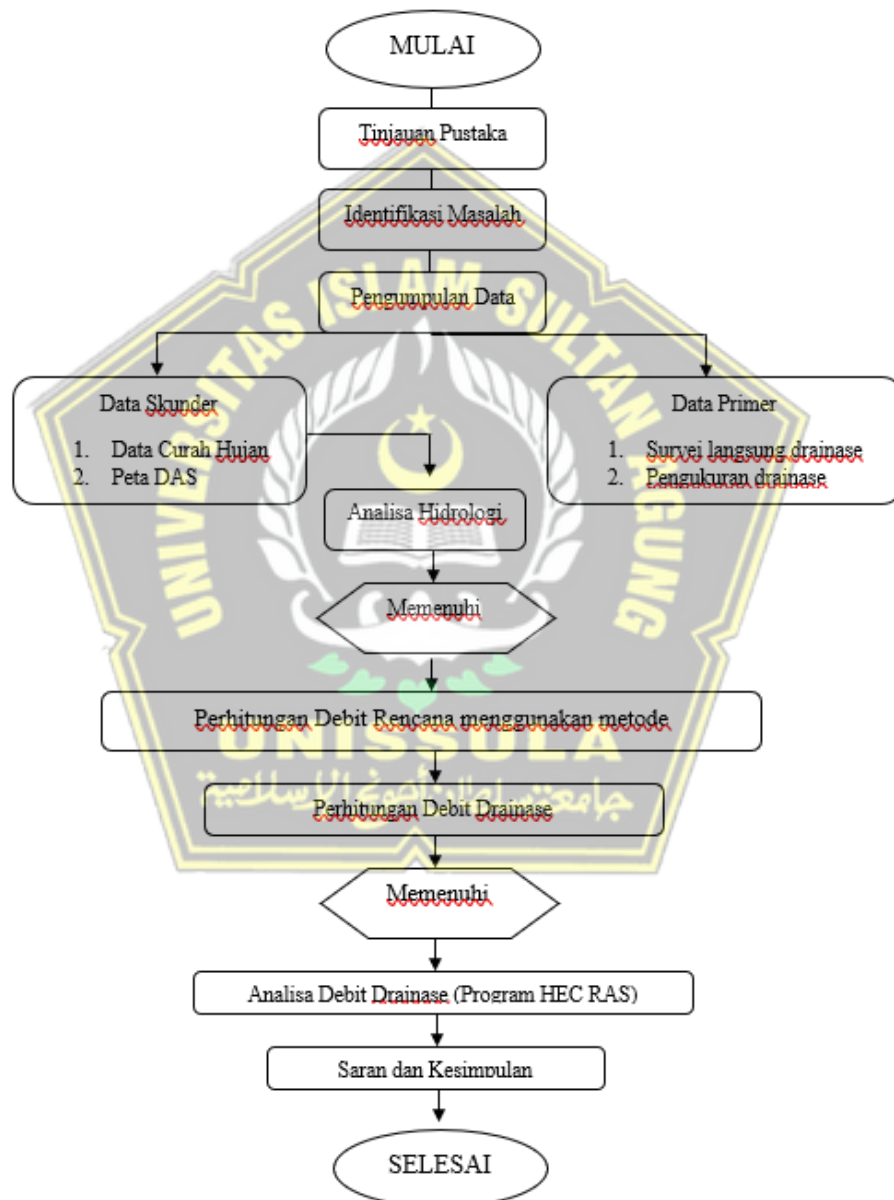


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penyusunan tugas akhir berikut ini disajikan melalui diagram alir analisis data guna memperjelas langkah-langkah yang dilakukan selama proses penyusunan laporan tugas akhir.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Jalan Tentara Pelajar, yang secara lebih spesifik berada di Kelurahan Lamper Kidul, Kecamatan Semarang Selatan, Kota Semarang. Informasi mengenai lokasi penelitian turut ditampilkan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian Jalan Tentara Pelajar
(Sumber: Google Earth 2025)

3.3 Pengumpulan Data

Upaya dalam pelaksanaan penelitian yang akan dijalankan pada Tugas Akhir ini guna mendapat informasi Hidrologi dan Hidrolika di tempat penelitian. Beragam data yang di kaji, data catchment area juga data intensitas hujan bulanan maksimal berdasar pada stasiun curah hujan dengan intensitas hujan 10 tahun terakhir atau pada tahun 2013 sampai dengan 2023.

3.3.1 Data Primer

Data primer bisa di dapatkan dengan cara langsung melakukan penelitian lapangan. Pada proses Analisa studi kasus dengan cara mengukur panjang, lebar dan tinggi drainase studi kasus, serta mengawasi keadaan lapangan.

3.3.2 Data Sekunder

Data Sekunder berupa laporan historis yang telah di rekap, dan data tersebut dapat diperoleh dari instansi pemerintah atau studi terdahulu. Berikut beberapa data sekunder yang diperlukan:

1. Data Curah Hujan

Data Sekunder diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang (PUSDATARU) Provinsi Jawa Tengah atau DPU Kota Semarang berupa data catchment area, kemudian data intensitas hujan bulanan pada 10 tahun kebelakang atau pada tahun 2013 sampai dengan 2023 yang dapat diperoleh dari lembaga kepengurusan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Jawa Tengah, dan Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali Juana. Dengan titik stasiun curah hujan Pucang Gading, Pandean Lamper dan Tlogosari.

2. Peta Topografi Penelitian

Peta topografi atau lokasi penelitian dapat di dapat dari google earth atau maps namun juga dapat pula data topografi daerah penelitian di dapat dari Dinas Pekerjaan Umum (DPU) Kota Semarang.

3. Data Peta DAS

Peta Daerah Aliran Sungai digunakan guna menentukan titik hilir dan hulu saluran juga guna menentukan titik pos hujan terdekat guna menentukan pos hujan mana yang akan di pakai guna menganalisa. Peta DAS bisa di dapat dari instansi pemerintahan Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang (PUSDATARU)

3.4 Tahap Penelitian

Guna melakukan tahapan penelitian berdasarkan alir penelitian dalam melakukan Analisa drainase ada beberapa tahap sebagai berikut:

3.4.1 Analisa Hidrologi

1. Analisa data hujan

Pada tahap analisa ini dilakukan cara dengan menganalisa curah hujan periode 10, dengan data yang di dapat dari instansi BBWS Pemali-Juana. Pada Analisa ini digunakan beberapa metode Analisa distribusi guna mengevaluasi curah hujan

periode ulang tertentu. Berikut beberapa metode yang dapat digunakan dalam menganalisa:

- Metode Distribusi Gumbel

Perhitungan ini dapat menggunakan rumus pada persamaan 17

- Metode Distribusi Normal

Perhitungan distribusi normal dapat menggunakan rumus pada persamaan 19

- Metode Distribusi Log Normal

Perhitungan distribusi log normal dapat menggunakan rumus pada persamaan 16

- Metode Distribusi Log Pearson Type III

Perhitungan distribusi gumbel dapat menggunakan rumus [ada persamaan 15

Setelah melakukan perhitungan akan dipilih salah satu metode guna menentukan distribusi yang tepat guna digunakan.

2. Uji sebaran distribusi

Setelah melakukan perhitungan metode, akan dilakukan uji kecocokan dengan 2 cara uji yaitu uji chi kuadrat beserta pengujian parameter, dan uji Smirnov-Kolmogorov Linsley (1986)

Tabel 3.1 Rumus Kecocokan Uji

Uji Chi Kuadrat	Uji Smirnov Kolmogrov
$K = 1 + 3,322 \log n$	$X_1 = p'(X_1)$
$X^2 = \sum_j^k \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j}$	$X_2 = p'(X_2)$
$K - (P + 1)$	$X_3 = p'(X_3)$

3. Menghitung Intensitas

Perhitungan intensitas curah hujan rencana atau menggunakan metode Mononobe yang dapat dilihat pada persamaan 26.

3.4.2 Analisa Hidraulika

Pada saat melakukan Analisa hidraulika menjalankan debit rencana penelitian, analisa hidraulika dilakukan dengan cara pendekatan rasional yang menjadi landasan dasar.

3.4.3 Permodelan Program Hec-Ras

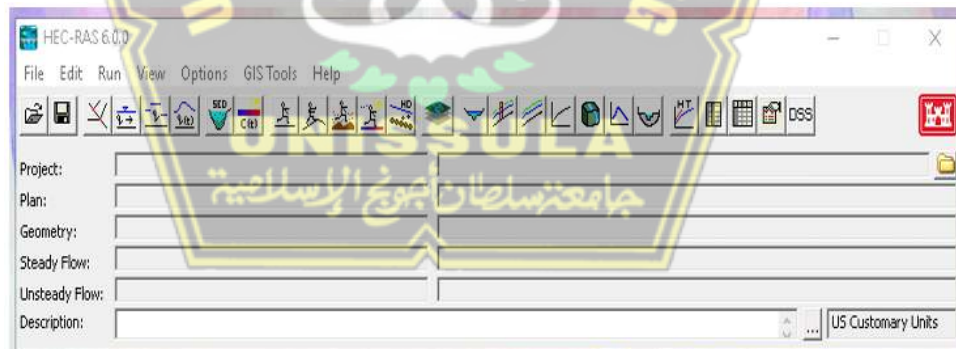
Berikut Langkah dalam melakukan permodelan drainase pada software Hec-Ras:

1. Klik dua kali icon Hec-Ras pada desktop guna membuka program. Setelah itu akan muncul menu utama



Gambar 3.3 Logo Software Hec-Ras

2. Pada menu utama klik file -> new project -> tentukan judul project -> klik OK, guna membuat file project Hec-Ras



Gambar 3.4 Tampilan Menu Utama Software

(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi dan Analisa Data

Penelitian ini memanfaatkan dua jenis data utama, yaitu data curah hujan serta data geometrik saluran dan Daerah Aliran Sungai (DAS). Informasi curah hujan diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Pemali-Juana (BBWS Pemali-Juana) dan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Provinsi Jawa Tengah, dengan rentang waktu data antara tahun 2015 hingga 2024. Sementara itu, data geometri saluran eksisting bersumber dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Tengah (PUSDATARU Jawa Tengah), serta hasil pengukuran langsung di lapangan.

Penelitian ini menggunakan dua jenis analisis data, yakni analisis hidrologi dan hidrolika. Analisis hidrologi dilakukan guna menghitung curah hujan wilayah serta menentukan curah hujan rencana, dengan memilih metode distribusi hujan yang sesuai berdasarkan kriteria penggunaannya. Analisis hidrologi berikutnya akan dipakai guna melakukan perhitungan hidrolika, yang mana Analisa hidrolika tersebut guna menghitung debit rencana yang selanjutnya akan disimulasikan alirannya menggunakan software HEC-RAS sesuai ukuran geometri saluran drainase yang didapat.

4.2 Kondisi Eksisting Drainase Kajian Penelitian

Kondisi drainase eksisting di area penelitian, yaitu di Jalan Tentara Pelajar, Kota Semarang, mengalami kerusakan yang cukup signifikan, sehingga tidak lagi berfungsi secara optimal dan bahkan telah menyebabkan terjadinya genangan atau banjir. Drainase yang dirancang guna mengaliri air hujan dan mengurangi resiko genangan air pada jalan, saat ini mengalami berbagai kendala. Kapasitas saluran yang ada kemungkinan tidak mencukupi guna menampung volume air yang muncul selama musim penghujan. Selain itu, banyaknya tumpukan sampah di sekitar drainase juga menghambat aliran air, memperburuk situasi dan menghambat kinerja drainase secara keseluruhan, sehingga menyebabkan banjir. Perlu adanya evaluasi yang lebih rinci serta tindakan teknis dengan bentuk perbaikan infrastruktur

drainase dengan memperhatikan kapasitas, keberlanjutan dan pemeliharaan agar dapat mengatasi permasalahan ini dan agar dapat menghindari dampak buruk akibat banjir yang dapat merugikan masyarakat sekitar.

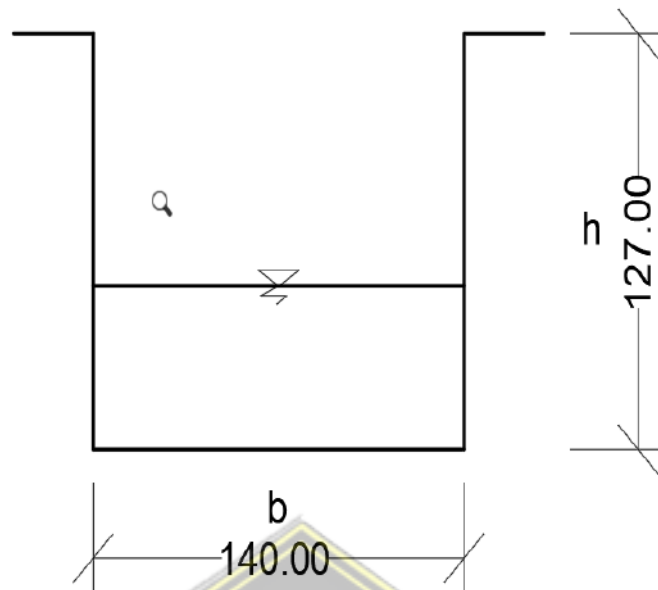


Gambar 4.1 Kondisi Eksisting Drainase
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

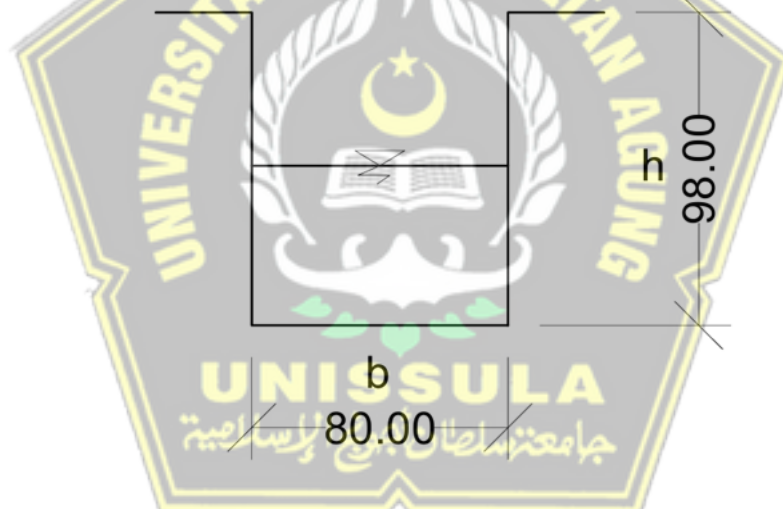


Gambar 4.2 Pengukuran kondisi Eksisting Kajian Penelitian
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Dalam penelitian kondisi eksisting Jalan Tentara Pelajar, Kota Semarang diketahui bahwa kondisi ukuran penampang pada bagian hulu dan hilir yang berbeda. Berikut hasil penelitian kondisi eksistingnya dapat dilihat dari gambar 4.3 dan gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.3 Ukuran Penampang Bagian Hulu



Gambar 4.4 Ukuran Penampang Bagian Hilir

4.3 Analisis Hidrologi

Uji konsistensi data curah hujan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode Poligon Thiessen, dengan melibatkan tiga stasiun pengamatan, yaitu Stasiun Bodri Kuto, Stasiun Tlogosari, dan Stasiun Pucanggading. Hasil dari perhitungan tersebut akan menghasilkan grafik dengan garis-garis yang saling tegak lurus atau sejajar satu sama lain. Hasil ini akan menunjukkan hubungan antara curah hujan tahunan kumulatif dan stasiun indeks ada hubungan yang signifikan antara ketiga stasiun tersebut.

4.3.1 Stasiun Curah Hujan Bodri Kuto

Stasiun Bodri Kuto terletak di Desa Tawangmas, Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang. Stasiun Bodri kuto yang digunakan penelitian saat ini dikelola oleh Balai Pengelola Sumber Daya Air (PSDA) Bodri Kuto, dan didirikan oleh Balai Pengelola Sumber Daya Air (BPSDA) Jragung Tuntang. Dengan masa data curah hujan yang digunakan 10 tahun dari 2015-2024.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Bodri Kuto

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	Hujan x Luas
1	2015	155	1956
2	2016	120	1515
3	2017	90	1136
4	2018	120	1515
5	2019	119	1502
6	2020	60	757
7	2021	200	2525
8	2022	196	2474
9	2023	100	1262
10	2024	210	2651

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

4.3.2 Stasiun Curah Hujan Tlogosari

Stasiun Tlogosari terletak di Desa Tlogosari, Kecamatan Pedurungan, Kota Semarang. Stasiun Tlogosari yang digunakan penelitian saat ini dikelola dan didieikan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geologi (BMKG) Jawa Tengah. Dengan masa data curah hujan yang digunakan 10 tahun dari 2015-2024

Tabel 4.2 Data Curah Hujan Tlogosari

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	Hujan x Luas
1	2015	203	2350
2	2016	196	2269
3	2017	165	1910
4	2018	164	1899
5	2019	72	834
6	2020	95	1100
7	2021	95	1100
8	2022	94	1082
9	2023	125	1447
10	2024	146	1690

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

4.3.3 Stasiun Curah Hujan Pucanggading

Stasiun Pucanggading Terletak di Desa Batusari, Kecamatan Mranggen, Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Stasiun Pucanggading yang digunakan penelitian saat ini dibangun oleh Badan Pelaksana Proyek Induk Pembangunan Wilayah Sungai (PIPWS) Jratunsalena dan dikelola oleh PSDA BBWS Pemali-Juana, dengan masa data curah hujan yang digunakan 10 tahun dari tahun 2015-2024

Tabel 4.3 Data Curah Hujan Pucanggading

No	Tahun	Curah Hujan Max (mm)	Hujan x Luas
1	2015	203	2218
2	2016	196	2141

3	2017	135	1475
4	2018	154	1682
5	2019	72	787
6	2020	95	1038
7	2021	115	1256
8	2022	107	1169
9	2023	105	1147
10	2024	180	1969

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

4.3.4 Penghitungan Metode Polygon Thiessen

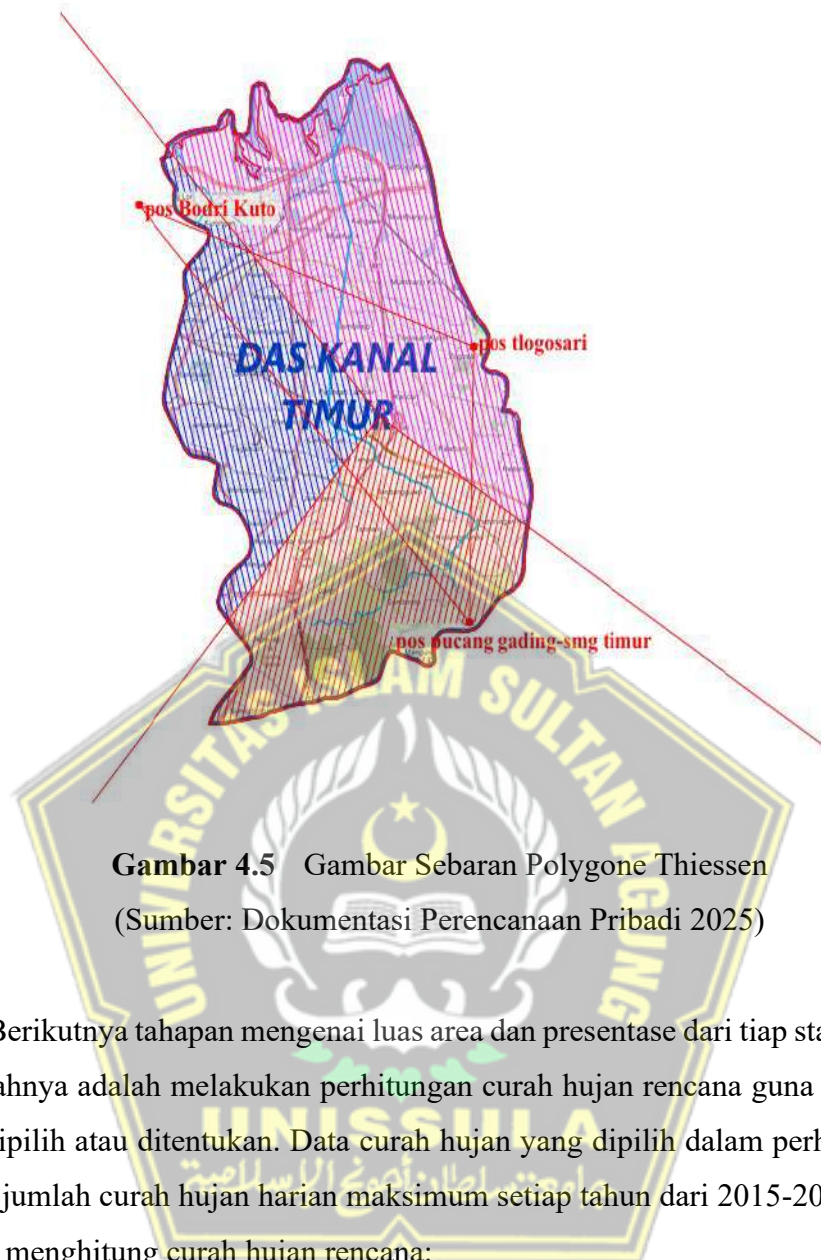
Dalam penelitian ini, langkah yang diambil dalam perhitungan dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi koordinat setiap stasiun curah hujan dan gambar garis lurus yang menghubungkan antar stasiun yang sudah ditentukan.
2. Temukan titik tengah pada setiap garis yang telah dihubungkan.
3. Dari titik tengah tersebut, gambar garis tegak lurus.
4. Step selanjutnya dengan menggunakan perangkat lunak seperti AutoCAD, ArcGIS dapat dihitung luas area sebaran curah hujan pada wilayah masing-masing.
5. Dengan menggunakan metode Poligon Thiessen, dapat ditentukan luas cakupan wilayah yang mewakili setiap stasiun pengamatan.

Tabel 4.4 Luas Polygon Thiessen dan Stasiun Pos Hujan

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

STASIUN	LUAS PENGARUH CURAH HUJAN (KM2)
sta. tlogosari	11.577
sta. bodri kuto	12.623
sta. pucanggading	10.925
total area	35.125



Gambar 4.5 Gambar Sebaran Polygone Thiessen
(Sumber: Dokumentasi Perencanaan Pribadi 2025)

Berikutnya tahapan mengenai luas area dan presentase dari tiap stasiun hujan. Langkahnya adalah melakukan perhitungan curah hujan rencana guna tiga stasiun yang dipilih atau ditentukan. Data curah hujan yang dipilih dalam perhitungan ini adalah jumlah curah hujan harian maksimum setiap tahun dari 2015-2024. Berikut contoh menghitung curah hujan rencana:

1. Curah Hujan Pada Tahun 2015
 - a. Stasiun Bodri Kuto (P1) = 155 mm/hari
 - b. Stasiun Tlogosari (P2) = 203 mm/hari
 - c. Stasiun Pucanggading (P3) = 203 mm/hari
2. Luas Area tangkapan curah hujan
 - a. Stasiun Tlogosari (A1) = 11,577 km²
 - b. Stasiun Bodri Kuto (A2) = 12,623 km²
 - c. Stasiun Pucanggading (A3) = 10,925 km²

Penyelesaian:

$$P = \frac{P1.A1 + P2.A2 + P3.A3}{A1 + A2 + A3}$$

$$P = \frac{155 \times 11,577 + 203 \times 12,623 + 203 \times 10,925}{11,577 + 12,623 + 10,923}$$

$$P = 186 \text{ mm}$$

Perhitungan curah hujan rencana guna periode tahun 2015 hingga 2024 disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.5 Curah Hujan Maksimal Penelitian

No	Tahun	Curah Hujan Rerata Max (mm)
1	2015	186
2	2016	169
3	2017	129
4	2018	145
5	2019	89
6	2020	82
7	2021	139
8	2022	135
9	2023	110
10	2024	180

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

4.4 Analisa Distribusi

Guna memperoleh nilai rencana curah hujan dengan interval waktu yang ditentukan, ada 4 jenis distribusi yang ditentukan. Yaitu Distribusi Normal, Distribusi Gumbel, Distribusi Log Normal, dan Distribusi Log Person III.

Guna mendapatkan metode yang digunakan, langkah awalnya adalah mencari beberapa faktor yang diambil dari informasi yang tersedia sebagai syarat penggunaan metode distribusi. Berikut beberapa faktornya:

- a. Standar Devisi (SD)

$$SD = \frac{\sqrt{\sum (xi - xa)}}{n - 1}$$

- b. Koefisien Skewness

$$CS = \frac{(xi - xa)}{(n1 - 1)(n - 2)S^2}$$

- c. Koefisien Kurtosis

$$Ck = \frac{n^2 \sum (xi - xa)^2}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4}$$

- d. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{SD}{xa}$$

Tabel 4.6 Syarat Sebaran distribusi

No	Jenis Sebaran	Syarat
1.	Normal	Cs ≈ 0
		Ck ≈ 3
2.	Gumbel	Cs ≈ 1,139
		Ck ≈ 5,402
3.	Log Normal	Cs ≈ 1,137
		Ck ≈ 5,382
4.	Log Pearson III	Cs ≠ 0
		Cv ≈ 0,3

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Sebaran

No	Jenis Sebaran	Hasil Perhitungan		Syarat	Keterangan
1	Normal	Cs	0.10	$Cs \approx 0$	Tidak
		Ck	3.06	$Ck \approx 3$	Memenuhi
2	Gumbel	Cs	0.10	$Cs \approx 1,139$	Tidak
		Ck	3.06	$Ck \approx 5,402$	Memenuhi
3	Log Normal	Cs	-0.54	$Cs \approx 1,137$	Tidak
		Ck	3.33	$Ck \approx 5,383$	Memenuhi
4	Log Pearson III	Cs	-0.54	$Cs \neq 0$	Memenuhi
		Cv	0.06	$Cv \approx 0,3$	

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

4.4.1 Distribusi Normal

Menggunakan rumus perhitungan curah hujan yang sesuai dengan Distribusi Normal :

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S$$

Dimana :

X_T = Hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

$\bar{x}$ = Nilai Rerata dari data hujan (mm)

K_T = Faktor frekuensi lainnya bergantung pada nilai “t” yang diperoleh dari Tabel Reduksi Variasi Gauss

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Standar deviasi dari data hujan (mm)

Tabel 4.8 Tabel Distribusi Normal

NO	TAHUN	X terurut	$X_i -$ Xrerata	$X_i -$ Xrerata ²	$X_i - X_{rerata}^3$	$X_i - X_{rerata}^4$
1	2015	185.75	49.50	2450.67	121318.53	6005781.66
2	2016	168.69	32.44	1052.49	34145.20	1107744.54

3	2017	128.72	-7.53	56.69	-426.86	3214.03
4	2018	145.08	109.53	11997.75	1314164.82	143946060.66
5	2019	88.89	87.94	7733.48	680083.66	59806693.16
6	2020	82.42	81.93	6712.07	549901.09	45051864.58
7	2021	138.95	138.95	19308.05	2682918.83	372800692.94
8	2022	134.53	-1.71	2.94	-5.03	8.61
9	2023	109.80	-26.45	699.66	-18506.87	489527.80
10	2024	179.64	43.39	1882.68	81688.96	3544468.66
Jumlah		1362.47	508.00	51896.48	5445282.33	632756056.66

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

Langkah perhitungan 2 tahun curah hujan

1. Curah hujan Rerata (X)

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n}$$

$$X = \frac{136,47}{10}$$

$$X = 13,647$$

2. Perhitungan Standar Deviciation (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Xi - X)^2}{n-1}}$$

$$Sd = \frac{\sqrt{508,00}}{10 - 1} = 35,543$$

3. Penentuan nilai K_T

$$S_n = 0,9497$$

$$Y_n = 0,4952$$

4. Perhitungan Curah hujan rencana periode kedepan

$$2 \text{ tahun } X_T = X + (K_T \times Sd)$$

$$X_T = 13,647 + (0 \times 35,543)$$

$$X_T = 13,647$$

Tabel 4.9 Nilai Ekstrim Distribusi Normal

No	Periode Ulang	KT	Xi Rerata	Sd	Xt mm
1	2	0	136.2465	35.5436	136.246502
2	5	0.84	136.2465	35.5436	166.10313
3	10	1.28	136.2465	35.5436	181.742316
4	20	1.64	136.2465	35.5436	194.538014
5	25	1.71	136.2465	35.5436	197.026066
6	50	2.05	136.2465	35.5436	209.110891
7	100	2.33	136.2465	35.5436	219.063101

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

4.4.2 Distribusi Gumbel

Data curah hujan menjadi dasar dalam penentuan curah hujan rencana melalui penerapan metode Gumbel merupakan data Rerata curah hujan. Berikut adalah langkah langkahnya:

Rumus:

$$X_T = \bar{X} + \frac{Y_t - Y}{S_n} x Sd$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Keterangan :

X_T = Hujan dengan return periode T (mm)

$\bar{X}$ = Curah hujan maksimum Rerata (mm)

N = Banyak data tahun pengamatan

Sd = Standart deviasi

Y_n = Reduksi mean (hubungan dengan banyak data, n)

Y_T = Reduksi variate (hubungan dengan return period, t)

S_n = Reduksi standart deviation (hubungan dengan banyaknya data, n)

Nilai Y_T , Y_n dan S_n telah ditetapkan dalam tabel (Tabel 2.4, Tabel 2.5)

Tabel 4.10 Tabel Distribusi Gumbel

No.	Tahun	X terurut	(X _i - X _{rerata})	(X _i - X _{rerata}) ²	(X _i - X _{rerata}) ³	(X _i - X _{rerata}) ⁴	Log R
1	2015	185.751	49.504	2450.670	121318.534	6005781.661	2.268931
2	2016	168.689	32.442	1052.494	34145.204	1107744.539	2.227086
3	2017	128.717	-7.529	56.692	-426.862	3214.032	2.109636
4	2018	145.078	8.831	77.993	688.782	6082.879	2.161601
5	2019	88.890	-47.357	2242.648	-106204.180	5029469.146	1.948852
6	2020	82.422	-53.824	2897.032	-155930.121	8392796.423	1.916045
7	2021	138.953	2.707	7.327	19.834	53.689	2.142869
8	2022	134.533	-1.713	2.935	-5.028	8.615	2.12883
9	2023	109.795	-26.451	699.663	-18506.872	489527.799	2.040584
10	2024	179.636	43.390	1882.676	81688.958	3544468.661	2.254394
Jumlah :		1362.465	0.000	11370.130	-43211.751	24579147.445	21.19883

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

Langkah perhitungan periode 2 tahun :

1. Curah Hujan Rerata ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{1362,465}{10} = 136,2465$$

2. Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{11370,130}{10-1}} = 35,5436$$

3. Tentukan nilai K_T (2 Tahun)

$$Y_n = 0,4952$$

$$Y_T = 0,3665$$

$$S_n = 0,9497$$

$$K_T = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} = \frac{0,3665 - 0,4952}{0,9497} = -0,1355$$

4. Perhitungan hujan rencana dengan periode T tahun

$$X_T = \bar{X} + (K_T \times Sd)$$

$$= 136,2465 + (-0,1355 \times 35,5436)$$

$$= 131,4302 \text{ mm}$$

Tabel 4.11 Nilai Ekstrim Distribusi Gumbel

T	Y _T	Sd	Y _n	S _n	K	X (mm/hari)
2	0.3665	35.5436	0.4952	0.9497	-0.1355	131.4302
5	1.4999	35.5436	0.4952	0.9497	1.0580	173.8500
10	2.2504	35.5436	0.4952	0.9497	1.8481	201.9356
20	2.9702	35.5436	0.4952	0.9497	2.6061	228.8760

25	3.1985	35.5436	0.4952	0.9497	2.8465	237.4219
50	3.9019	35.5436	0.4952	0.9497	3.5872	263.7476
100	4.6001	35.5436	0.4952	0.9497	4.3224	289.8789

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

4.4.3 Distribusi Log Normal

Perhitungan curah hujan rencana menggunakan Metode Log Normal dapat dilakukan dengan menerapkan rumus berikut:

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

Keterangan :

$\text{Log } X_T$ = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

$\text{Log } \bar{X}$ = Nilai Rerata dari $\text{Log } X_T = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$ (mm)

$\text{S Log } \bar{X}$ = Devisiasi standart dari $\text{Log } X = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}}$

K_T = Faktor frekuensi sini lainnya tergantung dari “t”, nilai yang didapatkan dari Tabel Variabel Reduksi Gauss.

Tabel 4.12 Tabel Distribusi Log Normal

No.	Xi	Log Xi	(Log Xi - rerata Log X)	(Log Xi - rerata Log X) ²	(Log Xi - rerata Log X) ³	(Log Xi - rerata Log X) ⁴
1	185.75	2.2689	0.14905	0.02222	0.00331	0.00049
2	168.69	2.2271	0.10720	0.01149	0.00123	0.00013
3	128.72	2.1096	-0.01025	0.00010	0.00000	0.00000
4	145.08	2.1616	0.04172	0.00174	0.00007	0.00000
5	88.89	1.9489	-0.17103	0.02925	-0.00500	0.00086
6	82.42	1.9160	-0.20384	0.04155	-0.00847	0.00173
7	138.95	2.1429	0.02299	0.00053	0.00001	0.00000
8	134.53	2.1288	0.00895	0.00008	0.00000	0.00000
9	109.80	2.0406	-0.07930	0.00629	-0.00050	0.00004
10	179.64	2.2544	0.13451	0.01809	0.00243	0.00033
TOTAL	1362.465	21.198	0.00000	0.13134	-0.00691	0.00358
L	0	8				

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

Langkah perhitungan peridode 2 tahun :

1. Curah hujan rata rata (X)

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log Xi}{n} = \frac{21,1988}{10} = 2,11988 \text{ mm}$$

2. Standar Devisiasi (Sd)

$$\text{Sd} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,13134}{10-1}} = 0,1208 \text{ mm}$$

3. Hitung Nilai KT berdasarkan Tabel Variabel Reduksi Gauss
4. Menggunakan rumus logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun

$$\begin{aligned} \text{Log } X_T &= \text{Log } \bar{X} + K_T \times \text{Sd } \text{Log } X \\ &= 2,11988 + (0,00 \times 0,1208) \\ &= 2,11988 \end{aligned}$$

5. Hasil perhitungan periode ulang pada tabel 12 parameter statistik metode distribusi log normal

Tabel 4.13 Nilai Ekstrim Distribusi Log Normal

NO	Periode Ulang	KT	Sd	Log XT	Xr mm
1	2	0	0.1208	2.1199	131.790
2	5	0.84	0.1208	2.2214	166.479
3	10	1.28	0.1208	2.3760	237.678
4	20	1.64	0.1208	2.5741	375.067
5	25	1.71	0.1208	2.7807	603.511
6	50	2.05	0.1208	3.0283	1067.420
7	100	2.33	0.1208	3.3098	2040.847

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

4.4.4 Distribusi Log Pearson III

Perhitungan metode log person III berdasarkan curah hujan :

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

Keterangan :

Log X_T = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

Tabel 4.14 Nilai Distribusi Log Person III

No.	Xi	Log Xi	(Log Xi - rerata Log X)	(Log Xi - rerata Log X) ²	(Log Xi - rerata Log X) ³	(Log Xi - rerata Log X) ⁴
1	185.75	2.2689	0.1490	0.0222	0.0033	0.0005
2	168.69	2.2271	0.1072	0.0115	0.0012	0.0001
3	128.72	2.1096	-0.0102	0.0001	0.0000	0.0000
4	145.08	2.1616	0.0417	0.0017	0.0001	0.0000
5	88.89	1.9489	-0.1710	0.0293	-0.0050	0.0009
6	82.42	1.9160	-0.2038	0.0415	-0.0085	0.0017
7	138.95	2.1429	0.0230	0.0005	0.0000	0.0000
8	134.53	2.1288	0.0089	0.0001	0.0000	0.0000
9	109.80	2.0406	-0.0793	0.0063	-0.0005	0.0000
10	179.64	2.2544	0.1345	0.0181	0.0024	0.0003
TOTAL	1362.4650	21.1988	0.0000	0.1313	-0.0069	0.0036

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

$$\text{Log } x = \text{Nilai Rerata dari Log } X_T = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \text{ (mm)}$$

$$S \log X = \text{Deviasi standar dari Log } \bar{X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X - \log \bar{X})^2}{n-1}}$$

KT = Koefisiensi frekuensi, di dapat berdasarkan hubungan nilai C_s dengan periode ulang T

$$C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3}$$

Langkah periode 2 tahun :

1. Rerata curah hujan

$$\log X_T = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} = \frac{21,1988}{10} = 2,11988 \text{ mm}$$

2. Log deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,1313}{10-1}} = 0,1208 \text{ mm}$$

3. Perhitungan C_s

$$C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3} = \frac{10 \times (-0,0069)}{(10-1)(10-2)(0,1208)^3} = -0,5443$$

4. Perhitungan G

Dapat dilihat dalam tabel 2.6 tentang hubungan cs kala ulang (t) atau dengan percent change (p%)

5. Perhitungan Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

$$\begin{aligned}\text{Log } X_T &= \text{Log } \bar{X} + G \times \text{Sd Log } X \\ &= 2,11988 + 0,0754 \times 0,1208 \\ &= 2,1290\end{aligned}$$

Hasil perhitungan periode ulang ditabelkan parameter statistik model log person III

Tabel 4.15 Nilai Ekstrim Distribusi Log Person III

T	P(%)	Cs	G	Log X	X (mm)
2	50	-0.5443	0.0754	2.1290	134.5824
5	20	-0.5443	0.9588	2.2357	172.0704
10	10	-0.5443	1.3400	2.2818	191.3204
20	5	-0.5443	1.6427	2.3183	208.1275
25	4	-0.5443	1.7032	2.3256	211.6621
50	2	-0.5443	1.8934	2.3486	223.1578
100	1	-0.5443	2.0413	2.3665	232.5344

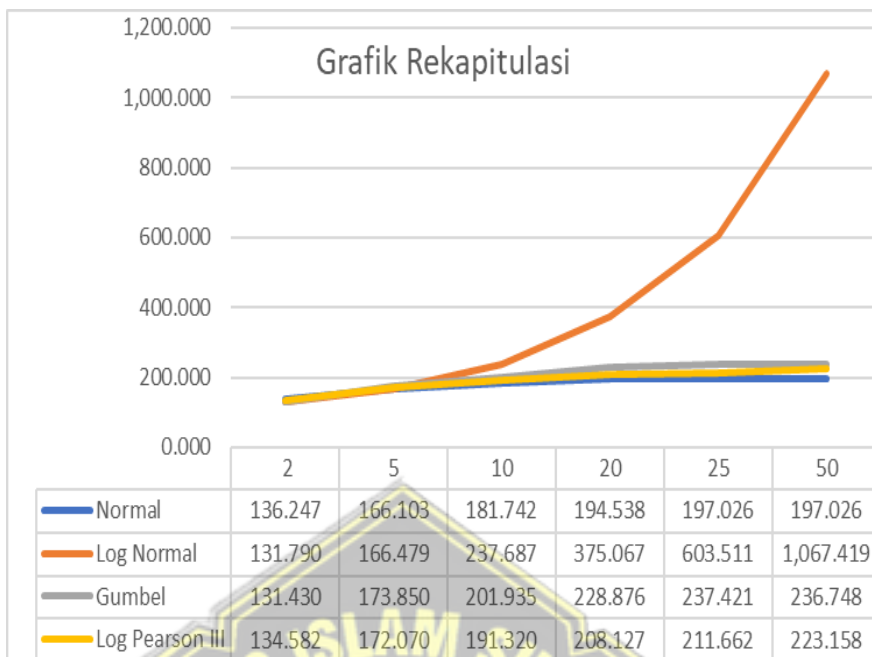
(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Distribusi Probabilitas

No	Periode Ulang	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III
1.	2	136,2465	131,790	131,4302	134,5824
2.	5	166,1031	166,479	173,8500	172,074
3.	10	181,7423	237,678	201,9356	191,3204
4.	20	194,538	375,067	228,8760	208,1275
5.	25	197,0261	603,511	237,4219	211,6621
6.	50	209,1109	1067,420	263,7476	223,1578

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

Tabel 4.17 Grafik Rekapitulasi Probabilitas



(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

4.5 Uji Pendistribusian Probabilitas

Analisis distribusi yang sesuai guna data dilakukan dengan membandingkan parameter-parameter data terhadap kriteria yang disyaratkan oleh berbagai jenis distribusi, seperti yang dijelaskan berikut ini:

4.5.1 Uji Chi-Kuadrat

1. Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Distribusi Gumbel

a. Pembagian Kelas

$$N = 10$$

$$K = 1 + 3,322 \log N$$

$$= 4,3220$$

$$= 4 \text{ Kelas}$$

b. Peluang batas kelas

$$P = \frac{1}{Kelas} = \frac{1}{4} = 0,25 = 25\%$$

$$c. Y_T = -\ln \left\{ -\ln \frac{\frac{100}{P\%} - 1}{\frac{100}{P\%}} \right\}$$

Tabel 4.18 Besar Peluang dan Batas Nilai Kelas Gumbel

P(%)	Y_T	S_d	Y_n	S_n	K	X (mm)
25	1.2459	35.5436	0.4952	0.9497	0.7905	164.3423
50	0.3665	35.5436	0.4952	0.9497	-0.1355	131.4302
75	-0.3266	35.5436	0.4952	0.9497	-0.8654	105.4884

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

Sehingga:

Sub Kelas 1 $x < 105,488$

Sub kelas 2 $105,488 < x < 131,430$

Sub kelas 3 $131,430 < x < 164,342$

Sub kelas 4 $x > 164,342$

Tabel 4.19 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Guna Distribusi Gumbel

No.	Nilai Batas		Jumlah Data		$(OF - EF)^2$	$(OF - EF)^2 / EF$
	Sub Kelas		OF	EF		
1	X	< 105.488	2.000	2.500	0.250	0.100
2	105.488	$< X$	2.000	2.500	0.250	0.100
3	131.430	$< X$	3.000	2.500	0.250	0.100
4	X	> 164.342	3.000	2.500	0.250	0.100
Jumlah :			10.000	10.000	1.000	0.400

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

$C^2_{hitung} = 1,200$

K (Kelas) = 4

DK = $K - (P + 1)$

= $4 - (2+1)$

= 1

Guna DK = 1 dan $a = 5\% \rightarrow c^2_c = 3,841$

Karena $c^2_{hitung} < c^2_c$ maka Distribusi Frekuensi Diterima

2. Perhitungan Chi Kuadrat Chi-Kuadrat guna distribusi Log Person III

Pembagian Kelas :

$$N = 10$$

$$K = 1 + 3,322 \log N = 4,3220 = 4 \text{ kelas}$$

Peluang batas kelas

$$P = 1/\text{kelas} = 1/4 = 0,25\% = 25\%$$

Tabel 4.20 Peluang Batas Kelas Distribusi Log Pearson III

P(%)	Cs	K	Log X	X (mm)
25	-0.5443	0.9588	2.2357	172.0704
50	-0.5443	0.3698	2.1646	146.0700
75	-0.5443	-0.2543	2.0892	122.7883

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

Sehingga:

Sub kelas 1	x	<	122,788
Sub kelas 2	122,788	< x	< 146,070
Sub kelas 3	146,070	< x	< 172,070
Sub kelas 4	x	>	172,070

Tabel 4.21 Perhitungan Chi-Kuadrat Guna Distrubusi Log Pearson III

No.	Nilai Batas		Jumlah Data		(OF - EF) ²	(OF - EF) ² / EF
	Sub Kelas		OF	EF		
1	X	< 122.788	3.000	2.500	0.250	0.100
2	122.788	< X 146.070	4.000	2.500	2.250	0.900
3	146.070	< X 172.070	1.000	2.500	2.250	0.900
4	X	> 172.070	2.000	2.500	0.250	0.100
Jumlah :			10.000	10.000	5.000	2.000

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

$$C^2_{hitung} = 2.000$$

$$DK = K - (P + 1)$$

$$K \text{ (Jumlah Kelas)} = 4$$

Parameter yang terkait dalam frekuensi

$$P = 2$$

$$\text{Guna DK} = 1$$

$$a = 5\% \rightarrow C^2_{cr} = 3,841$$

Ternyata $C^2_{hitung} < C^2_{cr} \rightarrow$ Distribusi Frekuensi Diterima\

4.5.2 Uji Smirnov Kolmogorof

- Perhitungan uji pada distribusi Gumbel

Tabel 4.22 Uji Smirnov Kolmogorof

No.	Tahun	X	m	S _n (X)	Y _T	Tr	Pr	Px (X)	D
									$ P_X(X) - S_n(X) $
1	2015	185.75	1	0.0909	1.3928	0.9091	0.1111	0.8889	0.0202
2	2016	168.69	2	0.1818	0.9127	0.8182	0.2222	0.7778	0.0404
3	2017	128.72	3	0.2727	- 0.2118	0.7273	0.3333	0.6667	0.0606
4	2018	145.08	4	0.3636	0.2485	0.6364	0.4444	0.5556	0.0808
5	2019	88.89	5	0.4545	- 1.3324	0.5455	0.5556	0.4444	0.1010
6	2020	82.42	6	0.5455	- 1.5143	0.4545	0.6667	0.3333	0.1212
7	2021	138.95	7	0.6364	0.0762	0.3636	0.7778	0.2222	0.1414
8	2022	134.53	8	0.7273	- 0.0482	0.2727	0.8889	0.1111	0.1616
9	2023	109.80	9	0.8182	- 0.7442	0.1818	1.0000	0.0000	0.1818
10	2024	179.64	10	0.9091	1.2207	0.0909	1.1111	- 0.1111	0.2020
D Maks.		0.2020							

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

$$\text{Rerata } X = 136,2465$$

$$\text{Standar Deviasi (s)} = 35,5436$$

$$D \text{ Maks} = 0,2020$$

$$N \text{ (Jumlah data)} = 10$$

$$a \text{ (Derajat kepercayaan)} = 5\% \text{ (angka yang bisa diambil)}$$

$$D \text{ Kritis} = 0,4090$$

Ternyata $D \text{ Maks} < D \text{ Kritis} \rightarrow$ Distribusi Frekuensi Diterima

- Perhitungan uji pada distribusi Log Pearson III

Tabel 4.23 Hasil Perhitungan Dsiribusi Log Pearson III Pada Uji Smirnov Kolmogorof

No	X	Log X	Cs	m	Sn (X)	Pr	Px (X)	D
								$ P_x(X) - S_n(X) $
1	185.751	2.269	1.234	1.000	0.091	0.033	0.967	0.8758
2	168.689	2.227	0.887	2.000	0.182	0.033	0.967	0.7847
3	128.717	2.110	-0.085	3.000	0.273	0.034	0.966	0.6933
4	145.078	2.162	0.345	4.000	0.364	0.017	0.983	0.6192
5	88.890	1.949	-1.416	5.000	0.455	0.018	0.982	0.5277
6	82.422	1.916	-1.687	6.000	0.545	0.018	0.982	0.4367
7	138.953	2.143	0.190	7.000	0.636	0.015	0.985	0.3482
8	134.533	2.129	0.074	8.000	0.727	0.015	0.985	0.2573
9	109.795	2.041	-0.656	9.000	0.818	0.017	0.983	0.1644
10	179.636	2.254	1.113	10.000	0.909	0.019	0.981	0.0721
D Maks.								0.8758

(Sumber: Perencanaan Perhitungan 2025)

Rerata Log X = 2,1199

Standar Deviasi (S) = 0,1208

D Maks = 0,8758

N (Jumlah Data) = 10

a (Derajat Kepercayaan) = 5%

D Kritis = 0,4090

Ternyata $D_{Maks} < D_{Kritis} \rightarrow$ Distribusi Frekuensi Ditolak

Tabel 4.24 Rekapitulasi Uji Chi Kuadrat

No.	Metode Distribusi	Nilai X^2_{hitung}	Nilai X^2_{Kritis}	Keterangan
1	Distribusi Gumbel Tipe I	0.4000	3.8410	Memenuhi

2	Distribusi Log Pearson Tipe III	2.0000	3.8410	Memenuhi
---	---------------------------------	--------	--------	----------

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

Tabel 4.25 Rekapitulasi Uji Smirnov Kolmogoro

No.	Metode Distribusi	Nilai X2hitung	Nilai X2Kritis	Keterangan
1	Distribusi Gumbel Tipe I	0.2020	0.4090	Memenuhi
2	Distribusi Log Pearson Tipe III	0.8758	0.4090	Tidak Memenuhi

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

Jadi, kesimpulan berdasarkan dua jenis pengujian tersebut, disimpulkan bahwa perhitungan probabilitas rata rata hujan harian maksimum per tahun (mm/th) menggunakan Distribusi Gumbel.

4.6 Analisa Debit Rencana

Perhitungan debit rencana drainase di daerah permukiman umumnya menggunakan rumus metode rasional.



Gambar 4.6 Luasan Catchment Area

4.6.1 Debit Eksisting dan Debit Aliran Rencana

- a. Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran Berikut langkah mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (S_o) sebagai berikut:

Mencari aliran kecepatan (V)

Elevasi hulu = 20 m

Elevasi hilir = 11 m

Maka nilai V = 20 – 11
= 9 m

Berdasarkan Tabel Wesli (2012) nilai kecepatan aliran (V) pada saluran drainase didapat 1,5 m/detik

Tabel 4.26 Standar Kemiringan Penampang

Kemiringan Rerata Dasar Saluran	Kecepatan Rerata (m/detik)
< 1	0,4
1-2	0,6
2-4	0,9
4-6	1,2
6-10	1,5
10-15	2,4

(Sumber : Wesli 2012)

Dengan panjang saluran (L) = 1041 m

Maka, nilai S = $(t_1 - t_2)/L = 9/1041 = 0,0086$ m

b. Data Hidrologi Penampang Saluran Drainase Daerah Penelitian

Panjang Aliran (L) = 1041 m

Koefisien Pengaliran (C) = 0,4

Luas Catchment Area (A) = 41 Ha

Jarak Tempuh Aliran Terjauh Permukaan (Lo) = 275,22 m

c. Waktu Konsentrasi Hujan

Waktu konsentrasi merujuk pada periode yang diperlukan guna air mengalir dari titik terjauh dalam suatu daerah aliran yang menuju titik control yang telah ditentukan di bagian hilir hulu aliran tersebut. Rumus yang digunakan guna menghitung waktu konsentrasi dapat ditemukan

menggunakan empiris, contohnya rumus kirpich, dirumuskan sebagaimana berikut:

$$\begin{aligned} T_0 &= 0,0195 \times \left(\frac{L_0}{\sqrt{S}}\right)^{0,77} \\ &= 0,0195 \times \left(\frac{272,22}{0,0086}\right)^{0,77} \\ &= 57,41 \text{ Menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_d &= \frac{L_s}{60 \times V} \\ &= \frac{1041}{60 \times 1,5} = 11,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_c &= T_0 + T_d \\ &= 57,41 + 11,56 \\ &= 68,97 \text{ Menit} \\ &= 1,14 \text{ Jam} \end{aligned}$$

4.6.2 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan dapat dihitung menggunakan rumus Mononobe, terutama ketika data hujan dengan interval waktu pendek tidak tersedia dan hanya terdapat data curah hujan harian.

$$\begin{aligned} I &= \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3} \\ &= \frac{131,43}{24} \times \left(\frac{24}{1,14}\right)^{2/3} \\ &= 45,94 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

4.6.3 Menghitung Debit Rencana Menggunakan Metode Rasional

Metode rasional dimanfaatkan guna memperkirakan debit pada Daerah Aliran Sungai (DAS) yang belum memiliki data pengamatan debit. Pendekatan ini sesuai diterapkan pada sistem drainase dengan luas DAS yang relatif kecil, yaitu kurang dari 300 hektar. Adapun rumus guna menghitung debit rencana periode ulang 2 tahun adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_p &= 0,0278 \times C \times I \times A \\ &= 0,0278 \times 0,4 \times 45,94 \times 41 \\ &= 20,94 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Tabel 4.27 Hasil Debit Banjir Rencana

Kala Ulang (tahun)	Debit Banjir Rancangan (m ³ /detik)
2	20,95
5	27,71
10	32,19
20	36,48
25	37,84
50	42,04
100	46,20

(Sumber: Perhitungan Perencanaan 2025)

4.7 Analisa Kapasitas Penampang Saluran

Penentuan kapasitas saluran didasarkan pada kemampuan saluran (Q_s) guna menampung debit hujan, yang harus sama dengan atau lebih besar dari debit rencana akibat curah hujan (Q_r). Dengan kata lain, perhitungan kapasitas ini mengacu pada persyaratan bahwa $Q_s \geq Q_r$. Guna mencari nilai Q_s menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Guna mencari nilai Q_s pada saluran drainase Jalan Tentara Pelajar Kota Semarang berdasarkan jenis eksisting akan diambil sampel eksisting sebagai berikut:

- Diketahui
- | | |
|-----------------|----------|
| : Lebar saluran | = 1,4 m |
| Tinggi saluran | = 1,27 m |
| Panjang saluran | = 1041 m |
| Elevasi hulu | = 20 m |
| Elevasi hilir | = 11 m |

- Luas penampang (A) $= b \times h$
 $= 1,4 \times 1,27$
 $= 1,778 \text{ m}^2$
- Keliling Basah (P) $= b + (2 \times h)$
 $= 1,4 + (2 \times 1,27)$
 $= 4,07 \text{ m}$
- Jari-jari Hidrolis (R) $= \frac{A}{P} = \frac{1,778}{4,07}$
 $= 0,43 \text{ m}$
- Kemiringan (S) $= \frac{\text{Kontur tertinggi} - \text{Kontur terendah}}{\text{Jarak}} \times 100\%$
 $= \frac{20-11}{1041} \times 100\%$
 $= 0,0086$
- Kecepatan Aliran (V) $= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$
 $= \frac{1}{0,013} \times 0,28^{\frac{2}{3}} \times 0,0086^{\frac{1}{2}}$
 $= 4,30 \text{ m / detik}$
- Debit Saluran (Qs) $= (2 \times A) \times V > Q_{p5}$
 $= (2 \times 1,778) \times 4,30 < 27,71 \text{ m}^3/\text{detik}$
 $= 12,156 \text{ m}^3/\text{detik} < 27,71 \text{ m}^3/\text{detik}$

Berdasarkan penghitungan evaluasi debit control, menyatakan bahwa Debit Saluran (Qs) = 12,156 m³/detik lebih kecil dibandingkan Debit rencana (Q_{p5}) = 27,71 m³/detik. Dengan begitu saluran drainase pada Jalan Tentara Pelajar dianggap tidak aman.

4.7.1 Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Program Hec-Ras

Permodelan dilakukan dengan tujuan guna mendapatkan hasil Analisa guna mengevaluasi mengenai debit aliran dan kapasitas drainase di Jalan Tentara Pelajar Kota Semarang. Guna memfasilitasi proses permodelan, digunakan software Hec-Ras



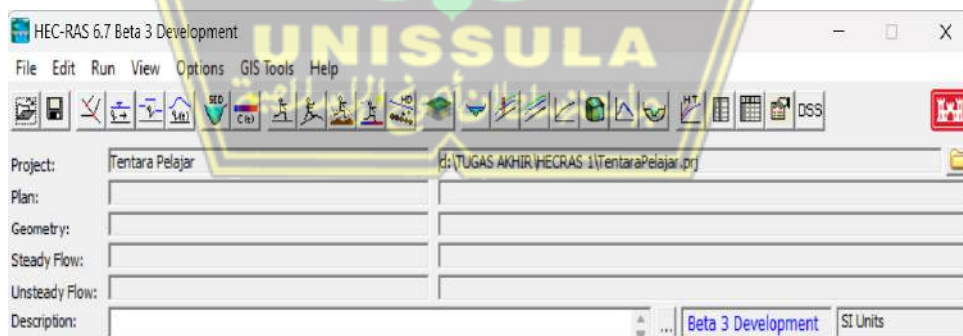
Gambar 4.7 Titik Lokasi STA. 0-1041

(Sumber: Google Earth 2025)

Langkah dalam melakukan permodelan drainase sebagai berikut:

a. Perencanaan File Projek

Pilih menu file > new project > isi nama file sesuai nama saluran drainase yang akan dianalisis dan diberikan keterangan tempat atau wilayah, hasil dari file proyek dapat dilihat pada gambar dibawah ini



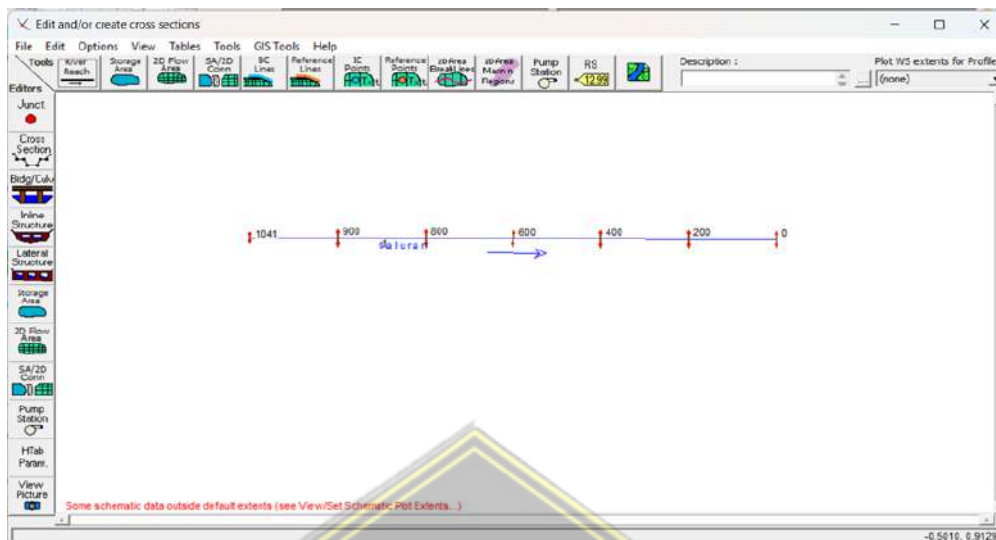
Gambar 4.8 Perencanaan File Hec Ras

(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

b. Perencanaan Geometri Saluran

Setelah melakukan step pertama perencanaan file project selanjutnya terlihat tampilan home pada layer. Selanjutnya pilih menu River Reach lalu klik kanan Tarik garis melintang guna menentukan saluran drainase. Klik pada garis melintang

yang sudah dibuat pada titik atas dan bawah guna menentukan titik hulu dan hilir pada drainase.

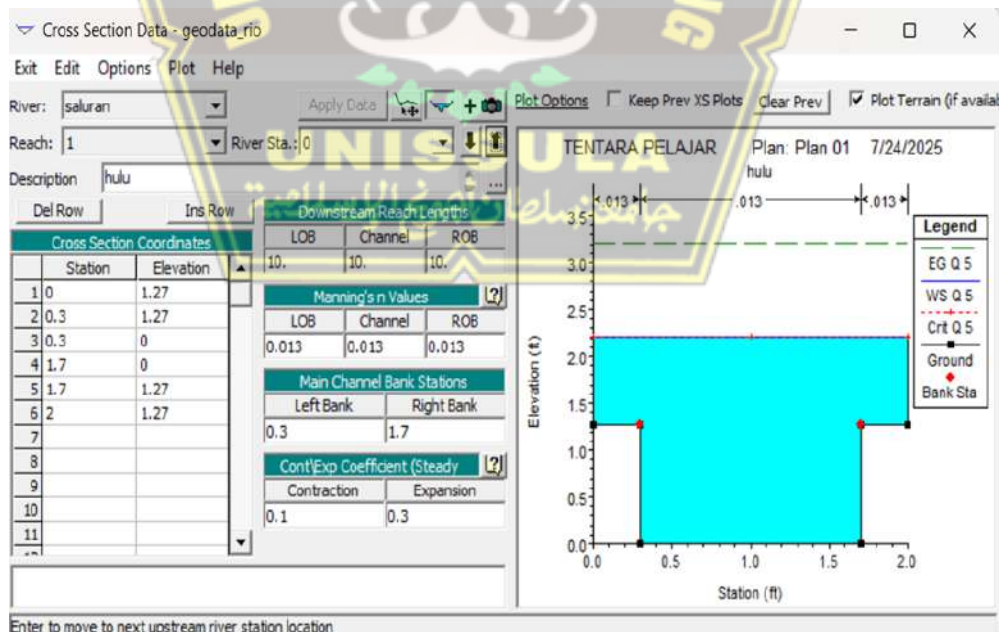


Gambar 4.9 Perencanaan Saluran Hulu – Hilir

(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

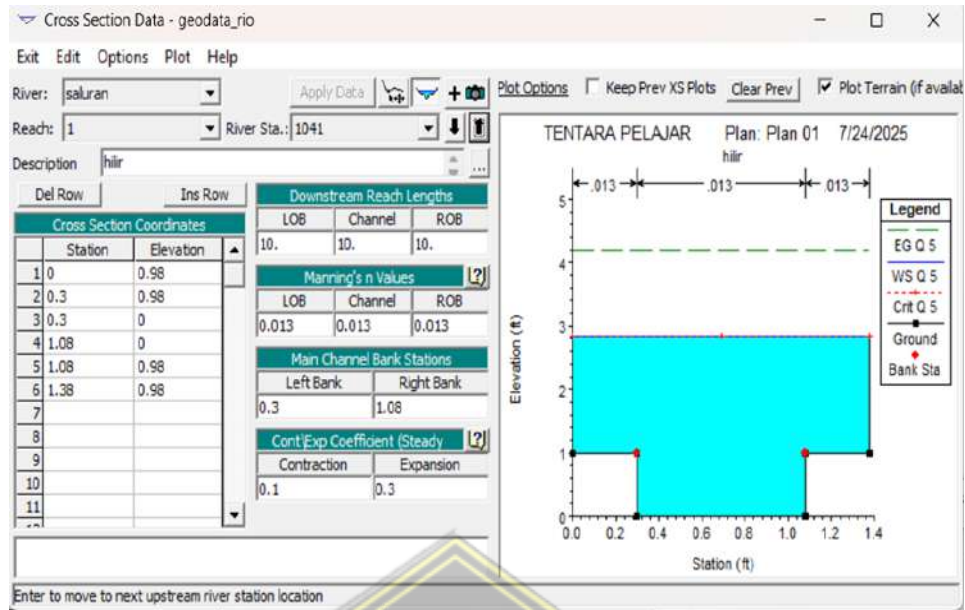
c. Perencanaan penampang

Selanjutnya, klik *Cross Section*, lalu pilih *Option > Add a New Cross Section*, kemudian masukkan nilai STA 0+0 dan klik *OK*. Setelah itu, isikan data sesuai ukuran penampang yang telah di ukur. Lakukan pada titik hulu dan titik hilir



Gambar 4.10 Perencanaan Ukuran Penampang Pada Hulu

(Sumber: Program Hec-Ras 2025)



Gambar 4.11 Perencanaan Penampang Pada Hilir
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

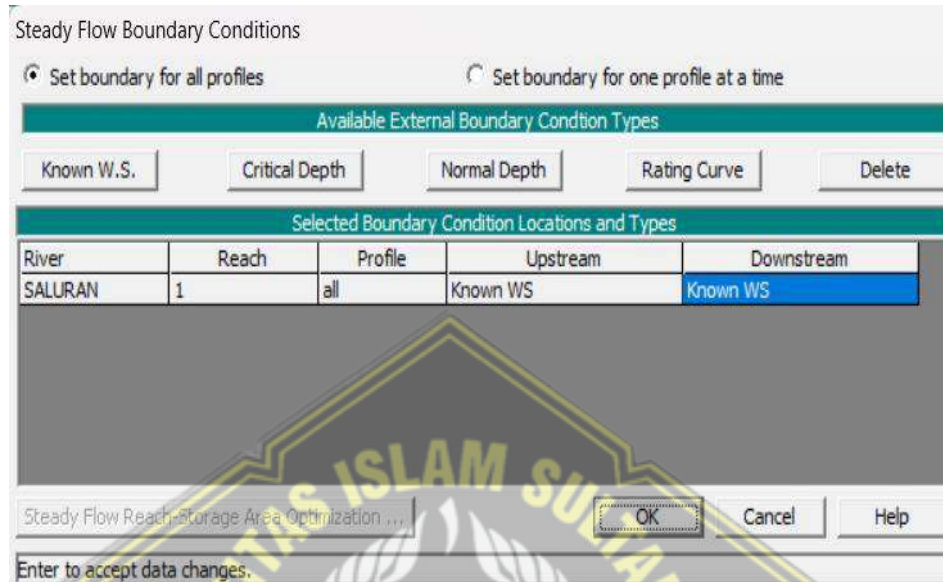
d. Perencanaan Nilai Debit

Guna memasukkan nilai debit aliran *steady flow*, klik *Menu Bar > Edit > Steady Flow Data*. Pada bagian ini, input nilai debit rencana yang telah dihitung sebelumnya.

Gambar 4.12 Input Data Nilai Debit
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

e. Input Nilai Kemiringan

Menginput nilai kemiringan yang sudah dihitung pada kolom DownStream lalu masukan nilai kemiringan yang sudah ada > klik menu Reach Boundary Conditions > lalu Apply Data



Gambar 4.13 Input Nilai Kemiringan
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

f. Running Aliran Steady Flow

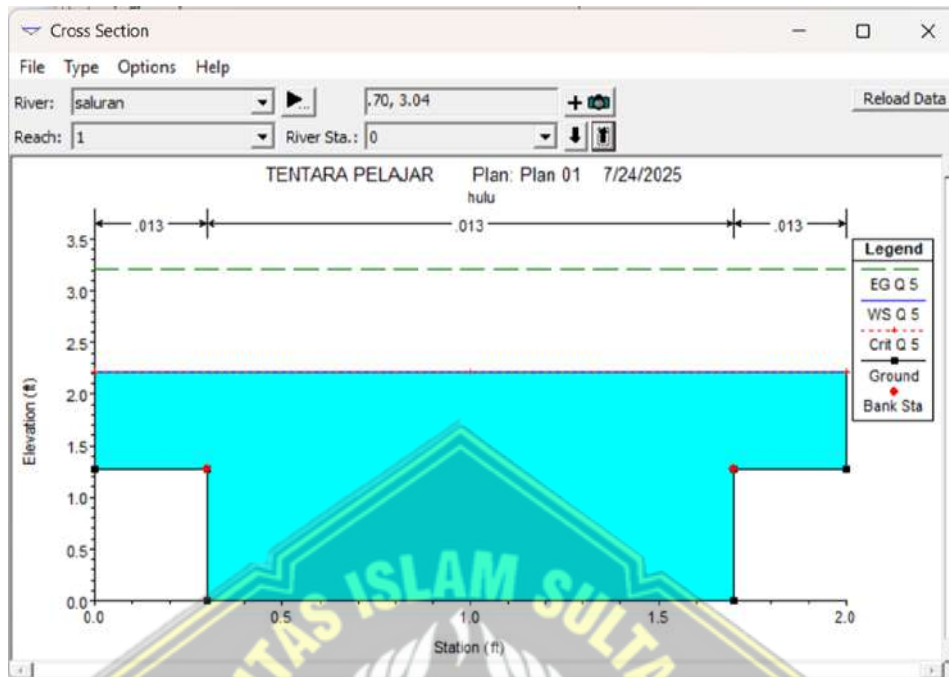
Setelah data disimpan, langkah selanjutnya adalah menjalankan analisis program dengan memilih *Run*, kemudian klik *Steady Flow Analysis*.



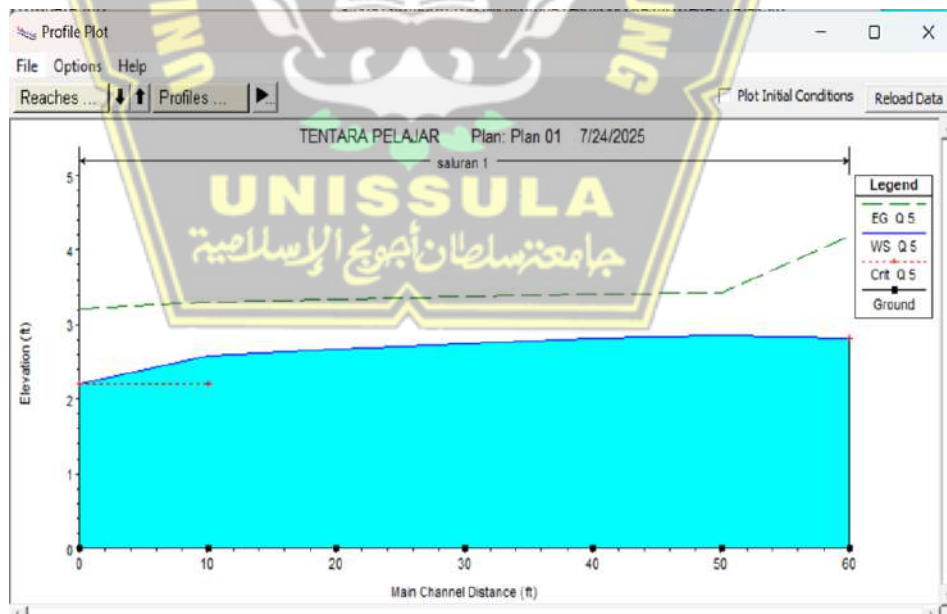
Gambar 4.14 Running Aliran Steady Flow
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

g. Hasil Hitungan

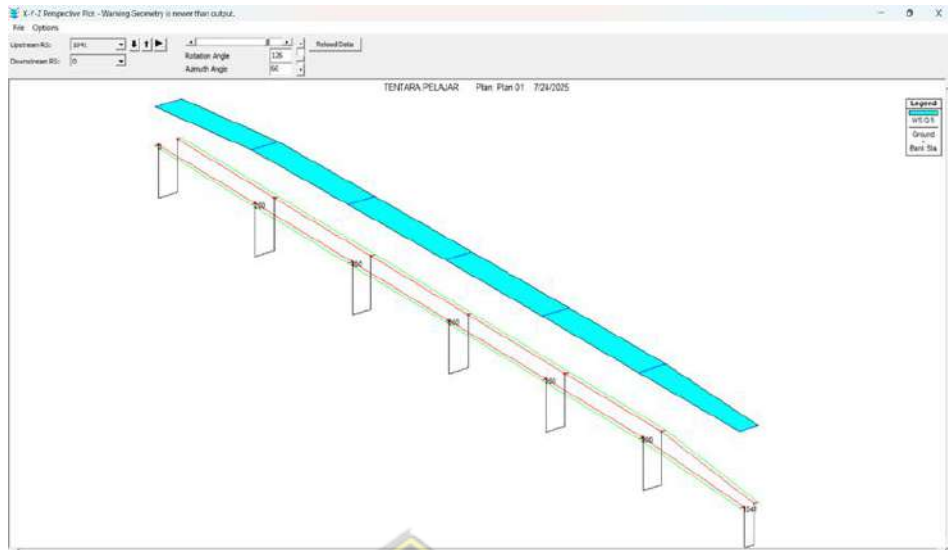
Pilih menu View > Cross Section



Gambar 4.15 Tampilan Cross Section STA. 0
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)



Gambar 4.16 Tampilan Sampling Volume Debit
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)



Gambar 4.17 Tampak 3D Debit Saluran
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

Hasil dari simulasi program Hec-Ras menunjukkan bahwa muka air melebihi dari dimensi saluran yang ada pada ruas penampang. Setelah penyimpanan data selesai, tahap berikutnya yaitu melakukan analisis aliran tunak dengan cara memilih menu *Run*, lalu klik opsi *Steady Flow Analysis*. Maka guna saluran drainase perlu dilakukan perencanaan ulang dimensi saluran.

4.8 Perencanaan Ulang Saluran Drainase

Penelitian ini mengevaluasi kapasitas saluran drainase berdasarkan debit rencana (Q_5) sebesar $13,885 \text{ m}^3/\text{detik}$, dengan rincian analisis sebagai berikut:

- | | | |
|------------|--------------------|----------------------|
| Diketahui: | Lebar saluran | = 2,00 m |
| | Tinggi saluran | = 1,5 m |
| | Panjang saluran | = 1041 m |
| | Elevasi hulu | = 20 m |
| | Elevasi hilir | = 11 m |
| 1. | Luas Penampang (A) | = $b \times h$ |
| | | = $2,00 \times 1,5$ |
| | | = $3,00 \text{ m}^2$ |
| 2. | Keliling Basah (P) | = $b + (2 \times h)$ |

$$\begin{aligned}
&= 2 + (2 \times 1,5) \\
&= 5 \text{ m} \\
3. \quad \text{Jari-jari hidraulik} &= \frac{A}{P} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ m} \\
4. \quad \text{Kecepatan Aliran (V)} &= \frac{1}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S)^{\frac{1}{2}} \\
&= \frac{1}{0,013} \times (0,6)^{\frac{2}{3}} \times 0,0086^{\frac{1}{2}} \\
&= 5,0747 \\
5. \quad \text{Debit Saluran Rencana} &= (2 \times A) \times V \geq Q_5 \\
&= (2 \times 3,00) \times 5,0747 \geq 27,71 \\
&= 30,448 \geq 27,71
\end{aligned}$$

Dikarenakan daerah Jalan Tentara Pelajar memiliki 2 saluran drainase pada sisi kanan dan kiri, jadi nilai Debit Rencana (Q_5) = 27,71 m³/detik. Berdasarkan evaluasi debit kontrol, di dapat nilai Debit Saluran Rencana = 30,448 m³/detik lebih besar dari Debit Rencana (Q_5) = 27,71 m³/detik. Dengan demikian, saluran tersebut dinilai mampu berfungsi dengan baik.

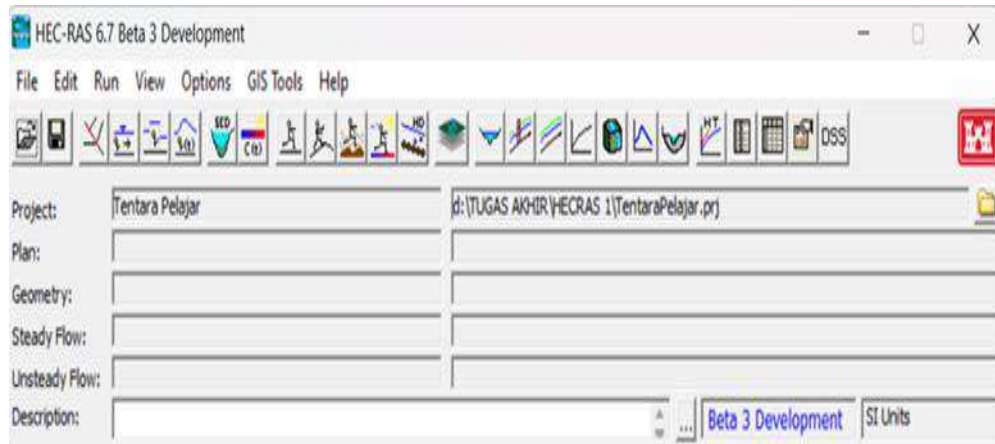
4.8.1 Perencanaan Ulang Saluran Drainase Menggunakan Program Hec-Ras

Permodelan dilakukan dengan tujuan guna mendapatkan hasil Analisa guna mengevaluasi mengenai debit aliran dan kapasitas drainase di Jalan Tentara Pelajar Kota Semarang. Guna memfasilitasi proses permodelan, digunakan software Hec-Ras. Langkah dalam melakukan permodelan drainase sebagai berikut:

Diketahui:	Lebar saluran	= 2,00 m
	Tinggi saluran	= 1,5 m
	Panjang saluran	= 1041 m
	Elevasi hulu	= 20 m
	Elevasi hilir	= 11 m

1. Perancangan Ulang File Proyek

Pilih menu file > new project > isi nama file sesuai nama saluran drainase yang akan dianalisis dan diberikan keterangan tempat atau wilayah, hasil dari file proyek dapat dilihat pada gambar dibawah ini

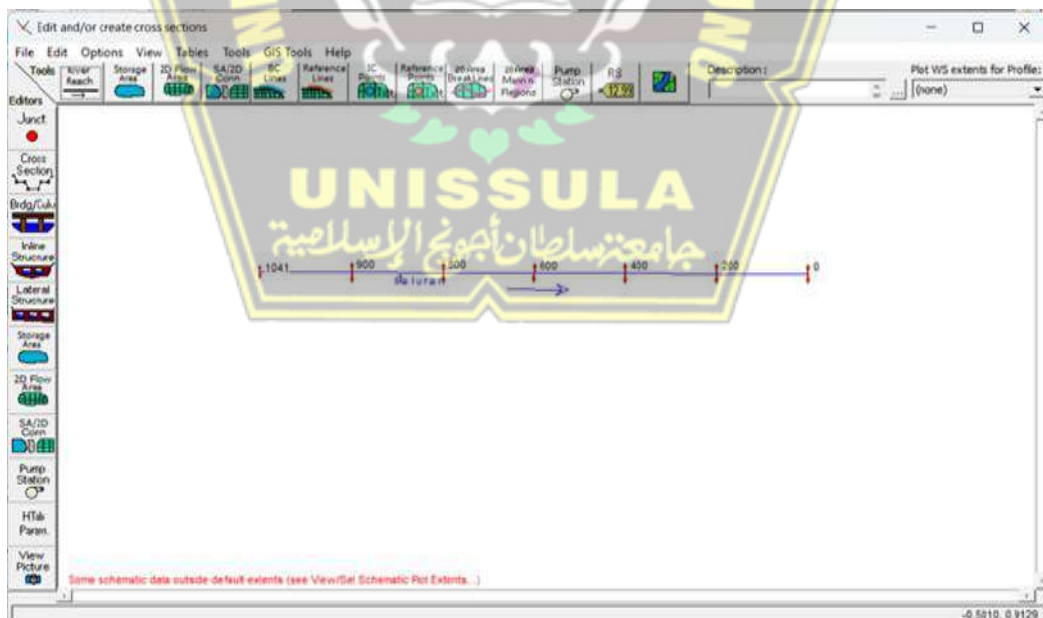


Gambar 4.18 Perencanaan File

(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

2. Perancangan Geometri Saluran

Setelah melakukan step pertama perencanaan file project selanjutnya terlihat tampilan home pada layer. Selanjutnya pilih menu River Reach lalu klik kanan Tarik garis melintang guna menentukan saluran drainase. Klil pada garis melintang yang sudah dibuat pada titik atas dan bawah guna menentukan titik hulu dan hilir pada drainase.

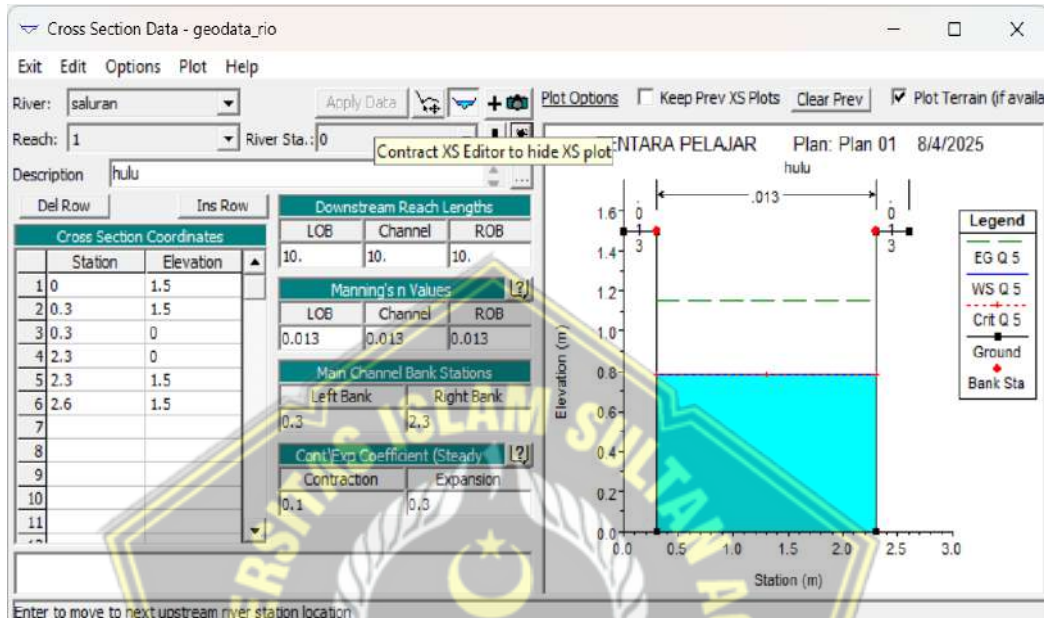


Gambar 4.19 Perancangan Geometri Saluran

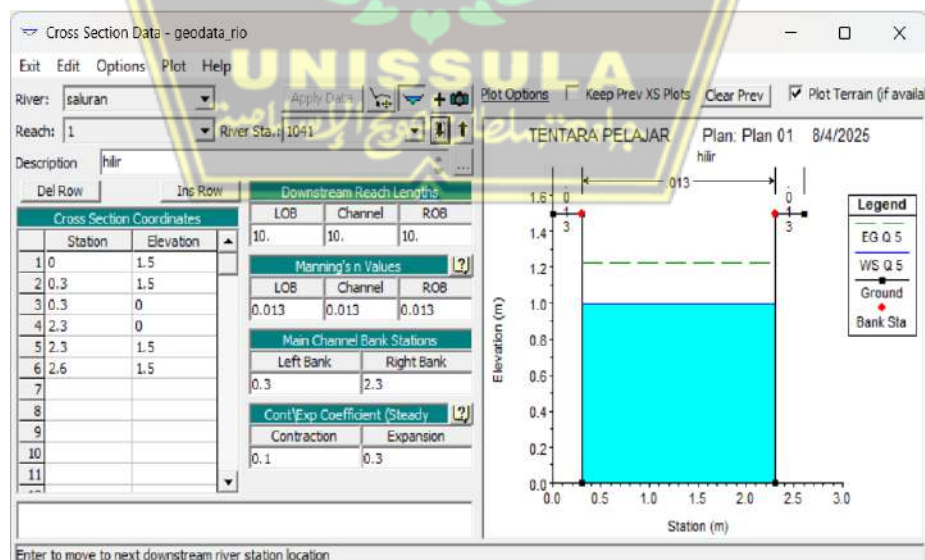
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

3. Perancangan Penampang

Selanjutnya, pilih menu *Cross Section*, kemudian klik *Option > Add a New Cross Section*. Isikan nilai STA 0+0, lalu klik *OK*. Setelah itu, masukkan nilai sesuai dengan ukuran penampang yang telah diperoleh dari hasil pengukuran. Lakukan pada titik hulu dan titik hilir



Gambar 4.20 Perancangan Penampang Hulu
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

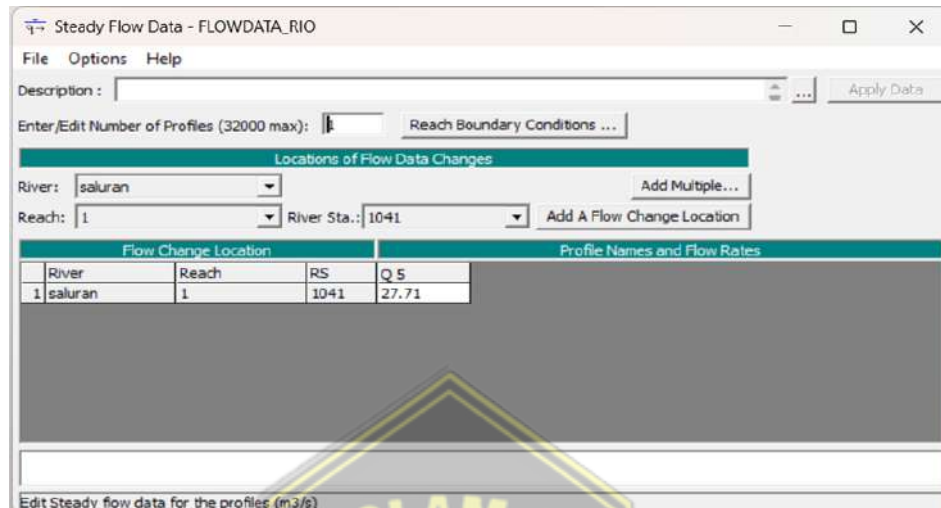


Gambar 4.21 Perancangan Penampang Hilir
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

4. Perancangan Nilai Debit

Guna menginput nilai debit aliran *steady flow*, klik *Menu Bar > Edit > Steady Flow*.

Pada bagian ini, masukkan nilai debit rencana yang telah dihitung sebelumnya.

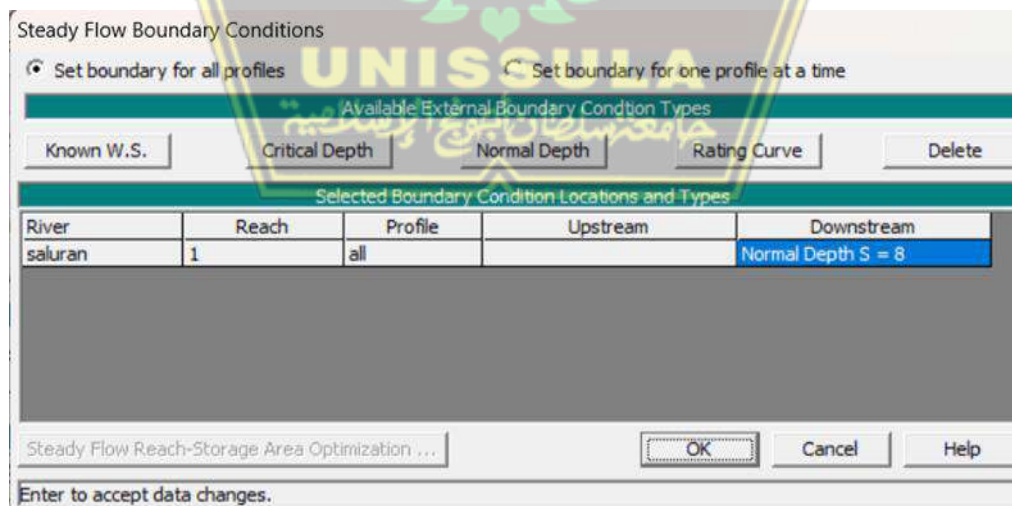


Gambar 4.22 Input Nilai Debit Rencana

(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

5. Input Nilai Kemiringan

Menginput nilai kemiringan yang sudah dihitung pada kolom DownStream lalu masukan nilai kemiringan yang sudah ada > klik menu Reach Boundary Conditions > lalu Apply Data

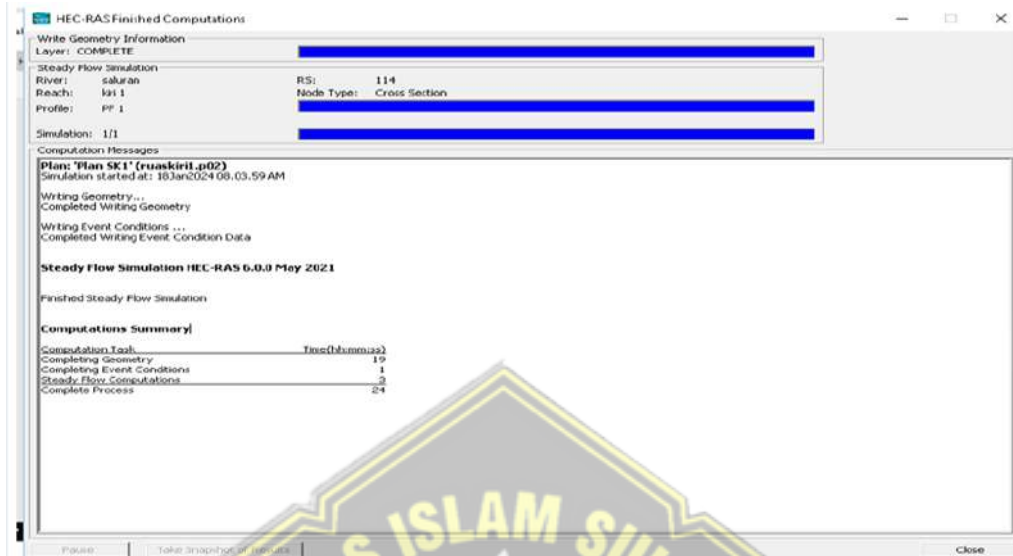


Gambar 4.23 Input Nilai Kemiringan

(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

6. Running Steady Flow

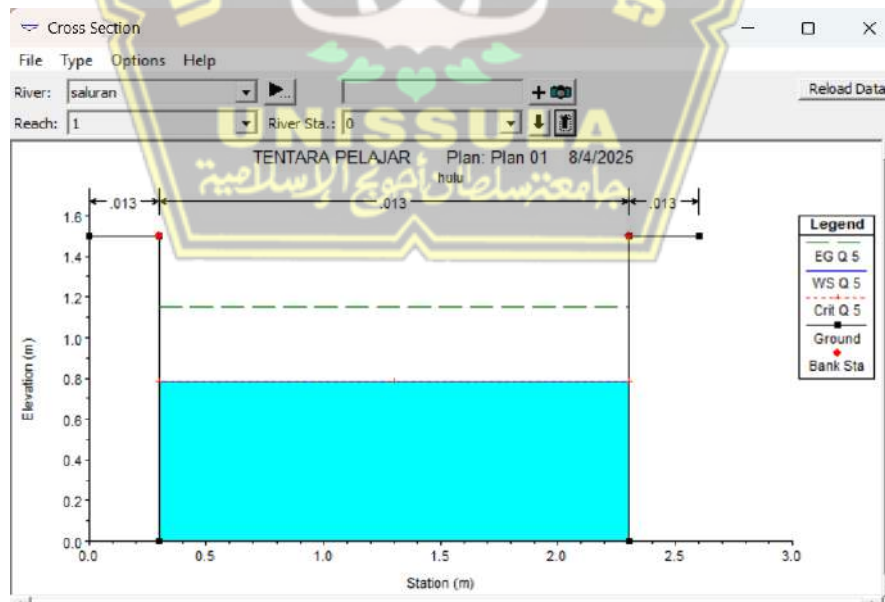
Setelah data tersimpan, langkah selanjutnya adalah menganalisisnya menggunakan program dengan memilih menu *Run*, kemudian klik *Steady Flow Analysis*.



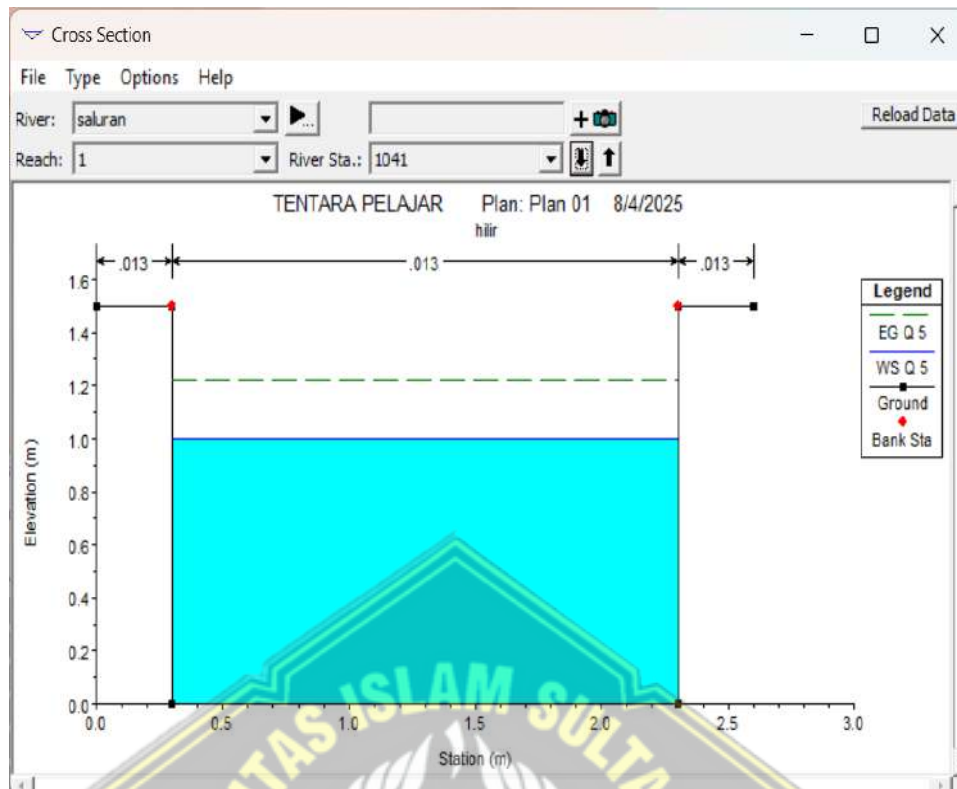
Gambar 4.24 Proses Running
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

7. Hasil Running Steady Flow

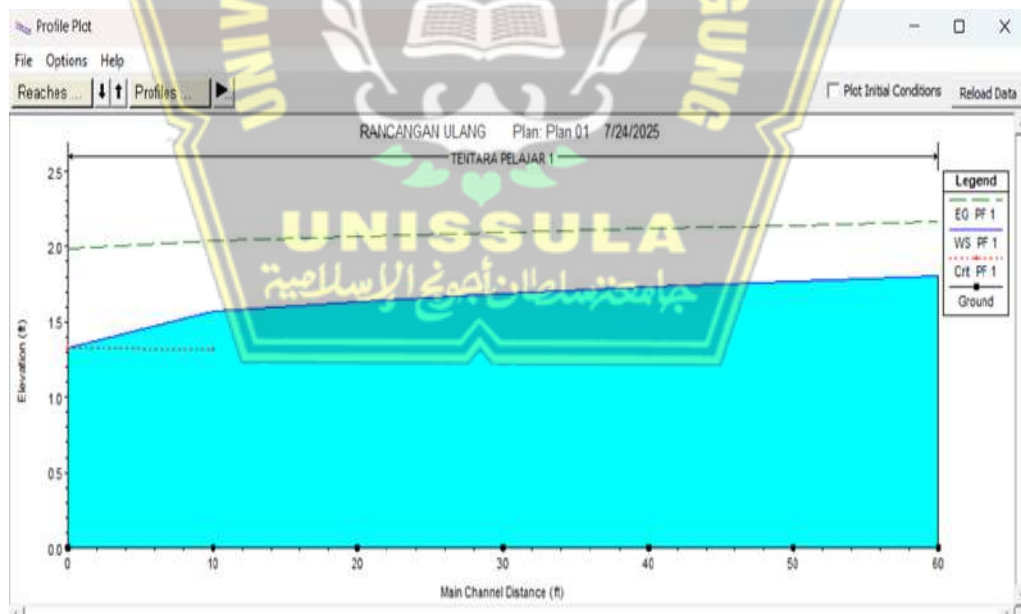
Pilih menu View > Cross Section



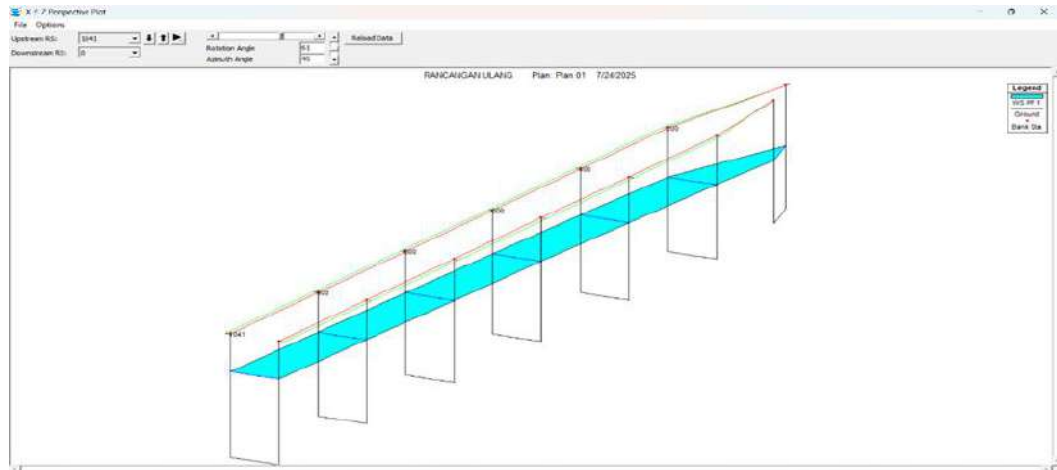
Gambar 4.25 Cross Section STA. 0
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)



Gambar 4.26 Cross Section STA. 1041
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)



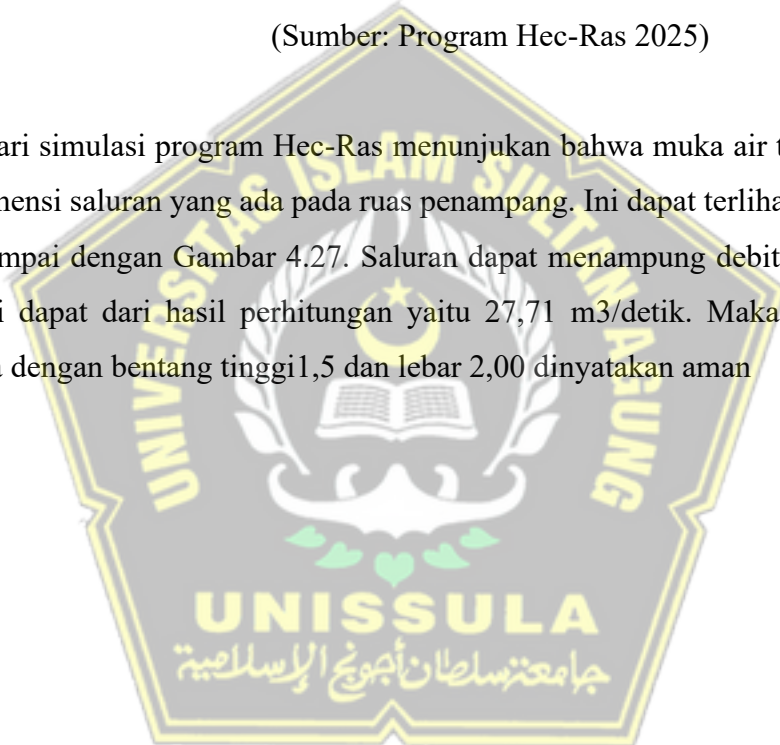
Gambar 4.27 Profil Plot STA. 0-1041
(Sumber: Program Hec-Ras 2025)



Gambar 4.28 Prespektif 3D Plot STA. 0-1041

(Sumber: Program Hec-Ras 2025)

Hasil dari simulasi program Hec-Ras menunjukan bahwa muka air tidak melebihi dari dimensi saluran yang ada pada ruas penampang. Ini dapat terlihat dari Gambar 4.24 sampai dengan Gambar 4.27. Saluran dapat menampung debit rencana yang telah di dapat dari hasil perhitungan yaitu 27,71 m³/detik. Maka guna saluran rencana dengan bentang tinggi 1,5 dan lebar 2,00 dinyatakan aman



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan hidrolika yang menjadi dasar dalam sistem drainase guna mengevaluasi penanggulangan banjir di Jalan Tentara Pelajar, Kelurahan Lamper Kidul, Kecamatan Semarang Selatan, Kota Semarang, maka peneliti dapat menyampaikan beberapa asumsi sebagai berikut:

1. Hasil analisis terhadap sistem drainase eksisting di Jalan Tentara Pelajar, Kelurahan Lamper Kidul, Kecamatan Semarang Selatan, Kota Semarang menunjukkan bahwa sistem tersebut belum berfungsi secara optimal dalam menampung debit banjir.
2. Berdasarkan Permen PU No 12 Tahun 2024 tentang tata ulamng sistem drainase perkotaan kala ulang penghitungan 5 tahun, pada daerah penelitian mencapai (Q) debit rencana sebesar 27,71 m³/detik. Sedangkan sistem drainase pada Jalan Tentara Pelajar Kota Semarang memiliki kapasitas tampungan (Q) debit 12,156 m³/detik. Oleh karena itu dipastikan sudah tidak dapat menampung debit banjir yang akan datang selama 5 tahun kedepan.
3. Hasil analisis penampang penampang drainase menggunakan Hec-Ras menunjukan bahwa pada penampang eksisting drainase saat ini tidak mampu menampung debit banjir. Setelah dilakukan perubahan ukuran dimensi saluran drainase mampu menampung debit banjir. Program ini memberikan dukungan yang efektif dalam memahami karakteristik dan kinerja sistem drainase.
4. Berdasarkan hasil perencanaan penampang baru dengan program Hec-Ras pada saluran drainase Jalan Tentara Pelajar dengan hasil nilai (Q) 5 tahun debit rencana sebesar 27,71 m³/detik. Dikarenakan daerah Jalan Tentara Pelajar memiliki 2 saluran drainase pada sisi kanan dan kiri, jadi nilai Debit Rencana (Q₅) = 27,71 m³/detik menjadi 13,855 m³/detik. Jika melihat lagi dari hasil analisa Hec-Ras solusi aman pada perencanaan ulang penampang mencapai tinngi 1,5 m x lebar 2,00 m, dari rencana dimensi sistem drainase

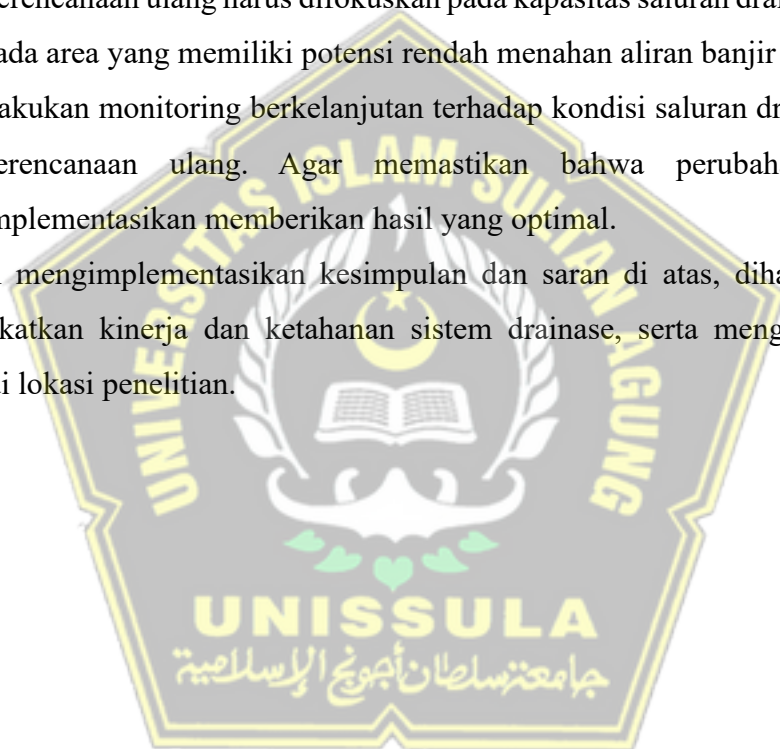
di dapat nilai (Q) debit rencana tampungan sebesar 27,71 m³/detik sehingga dapat menampung besar debit selama 5 tahun kedepan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka peneliti dapat menyimpulkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Melakukan perbaikan pada infrastruktur drainase yang membutuhkan perhatian.
2. Melakukan mapping area drainase yang membutuhkan pemeliharaan dan perbaikan saluran yang mengalami penyempitan atau kerusakan.
3. Perencanaan ulang harus difokuskan pada kapasitas saluran drainase terutama pada area yang memiliki potensi rendah menahan aliran banjir
4. Lakukan monitoring berkelanjutan terhadap kondisi saluran drainase setelah perencanaan ulang. Agar memastikan bahwa perubahan yang di implementasikan memberikan hasil yang optimal.

Dengan mengimplementasikan kesimpulan dan saran di atas, diharapkan dapat meningkatkan kinerja dan ketahanan sistem drainase, serta mengurangi resiko banjir di lokasi penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

- Ardita, R. B., & Hadi, M. R. T. (2024). *EVALUASI DAN ANALISIS SISTEM DRAINASE UTAMA MENGGUNAKAN EPA SWMM (Studi Kasus Rw. 04, Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Banda, E., & Arif, M. I. (2025). *EVALUASI DAN ANALISIS SALURAN DRAINASE PERKOTAAN (STUDI KASUS JALAN RADEN PATAH KOTA SEMARANG)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Sultan Agung Semarang).
- Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang (PUSDATARU) Provinsi Jawa Tengah. Data Curah Hujan 2015-2024.
- Hadi, M.R.T. dan Ardita, R.B. (2024). *EVALUASI DAN ANALISIS SISTEM DRAINASE UTAMA MENGGUNAKAN EPA SWMM (Studi Kasus, Rw.04, Desa Sriwulan, Kec.Sayung, Kab.Demak)*.
- Lukman, A (2018). Evaluasi Sistem Drainase Di Kecamatan Helvetia Kota Medan, *Buletin Utama Teknik*.
- Masduki, H. S. (1998), *Drainase Pemukiman (Hand Book)*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Nugroho, L. , & Ulum, M. (2022). Analisa Teoritis Penampang Sungai Dombo Bagian Hilir (Sungai Sayung) di Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. Semarang: Universitas Islam Sultan Agung.
- Nurhadi, N., Gunarto, D., & Umar, U. (2020). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Sungai Nyirih Kecamatan Selakau dengan Aplikasi HEC-RAS. *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, 9(4).
- Nurmaidah. (2013). *TEORI DASAR SISTEM DRAINASE PERKOTAAN*.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2012). Peraturan Pemerintah No. 37 Tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Jakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Indonesia. Nomor 12/2014 Tentang Drainase Perkotaan. 116 hal.
- Pratama, A. Y., Achiari, H., & Kiranaratri, A. H. (2018). Perencanaan Saluran Drainase Menggunakan Aplikasi HEC-RAS (Studi Kasus: Bundaran I Sampai B Kampus ITERA). *Repo. Itera. Ac. Id*, 1-9.
- Rossman, Lewis A & Hubber W. C. 2015. *Storm Water Management Reference Manual*. Cincinnati, OH: U.S Environmental Protection Agency, National Risk Management Research Laboratory.
- Rosyidie, A. (2013). Banjir: fakta dan dampaknya, serta pengaruh dari perubahan guna lahan. *Jurnal perencanaan wilayah dan kota*, 24(3), 241-249.
- Saputra, Y. (2024). *EVALUASI SISTEM JARINGAN DRAINASE JALAN RAYA MENGGUNAKAN SOFTWARE HEC-RAS studi kasus: jalan kapten pattimura, telanaipura, kota jambi* (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).
- Seisar, S., Efendi, M., & Zenurianto, M. (2021). *EVALUASI DAN PERENCANAAN ULANG SISTEM JARINGAN DRAINASE KECAMATAN KARTOHARJO KOTA MADIUN*. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 2(4), 208-216.

- Sudirman, S. (2023). Analisis Banjir Menggunakan Program HEC-RAS 5.0. 7: Studi Kasus Hilir Sungai Amassangan Kotamadya Palopo. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 23(2), 277-289.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset.
- Triatmodjo, B. 2009. Hidrologi Terapan. Beta Offset. Yogyakarta, 360 hal. Wesli. 2008. Drainase perkotaan. Graha Ilm. Yogyakarta, 126 hal.
- Yandi, A. (2022). ANALISIS KAPASITAS SALURAN DRAINASE PADA PERUMAHAN MUSTIKA TIGARAKSA KABUPATEN TANGERANG DENGAN SOFTWARE HEC RAS 4.1. *Jurnal Artesis*, 2(1), 80-86.
- Yanti, N. R., Rusnam, R., & Ekaputra, E. G. (2017). ANALISIS DEBIT PADA DAS AIR DINGIN MENGGUNAKAN MODEL SWAT. *J. Teknol. Pertan. Andalas*, 21(2), 127.

