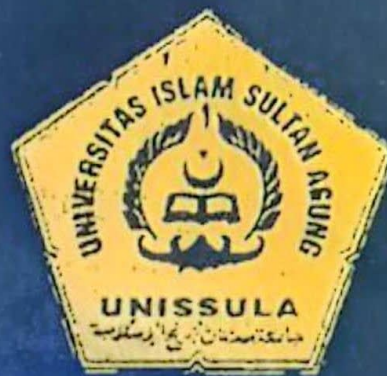


TUGAS AKHIR
EVALUASI DAN ANALISIS SISTEM DRAINASE UTAMA
MENGGUNAKAN EPA SWMM
(Studi Kasus Rw. 04, Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung,
Kabupaten Demak)

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung



Disusun Oleh :

Muhammad Rafi' Taufiqul Hadi

NIM : 30202000134

Risky Bayu Ardita

NIM : 30202000175

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

2024

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI DAN ANALISIS SISTEM DRAINASE UTAMA MENGGUNAKAN EPA
SWMM (Studi Kasus Rw. 04, Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak)



Muhammad Rafi' Taufiqul Hadi
NIM : 30202000134



Risky Bayu Ardita
NIM : 30202000175

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, Agustus 2024

Tim Penguji

1. Ir. Moh Faiqun Ni'am , MT., Ph.D
2. Ari Sentani, ST., M.Sc
3. Lisa Fitriyana, S.T., M.Eng

Tanda Tangan

Three handwritten signatures in black ink, corresponding to the three members of the exam committee listed on the left.

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil
Universitas Islam Sultan Agung Semarang

A handwritten signature in black ink, belonging to the head of the Civil Engineering Program.

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No : 30/A.2/SA-T/VIII/2024

Pada hari ini Kamis, 8/08/2024 berdasarkan Surat Keputusan Rector Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang perihal penunjukan dosen Pembimbing Utama dan Dosen pembimbing Pendamping:

1. Nama : Ir. Moh Faiqun Ni'am, MT., Ph.D
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Ari Sentani, ST., M.Sc
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir / Skripsi:

Nama : Muhammad Rafi' Taufiqul Hadi Nama : Risky Bayu Ardita
NIM : 30202000134 NIM : 30202000175

Judul : EVALUASI DAN ANALISIS SISTEM DRAINASE UTAMA MENGGUNAKAN EPA SWMM (Studi Kasus Rw. 04, Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak)

Dengan tahapan sebagai berikut :

No.	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan Dosen Pembimbing	15/03/2023	-
2	Seminar proposal	12/05/2024	ACC
3	Pengumpulan Data	8/04/2023	-
4	Analisa Data	4/05/2024	-
5	Penyusunan Laporan	15/05/2024	-
6	Selesai Laporan	6/08/2024	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir/ Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan di pergunakan seperlunya oleh pihak- pihak yang berkepentingan.

Dosen Pembimbing Utama

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

Dosen Pembimbing Pendamping

Ari Sentani, ST., M.Sc

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUHAMMAD RAFI' TAUFIQUL HADI

NIM : 30202000134

Nama : RISKY BAYU ARDITA

NIM : 30202000175

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir pada judul :

“EVALUASI DAN ANALISIS SISTEM DRAINASE UTAMA MENGGUNAKAN EPA SWMM (Studi Kasus Rw. 04, Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak)”

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


Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

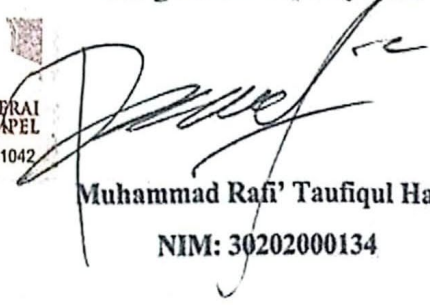



Semarang, Agustus 2024

Yang Membuat Pernyataan

Yang membuat pernyataan


Risky Bayu Ardita
NIM: 30202000175


Muhammad Rafi' Taufiqul Hadi
NIM: 30202000134


METERAI TEMPEL
C1EALX264051042

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Muhammad Rafi' Taufiqul Hadi
NIM : 30202000134
NAMA : Risky Bayu Ardita
NIM : 30202000175
JUDUL TUGAS AKHIR : EVALUASI DAN ANALISIS SISTEM DRAINASE UTAMA
MENGUNAKAN EPA SWMM (Studi Kasus Rw. 04, Desa
Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak)

Benar menyatakan [bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau di tulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian Pernyataan ini saya buat.

Semarang, Agustus 2024

Yang Membuat Pernyataan

Yang membuat pernyataan


Risky Bayu Ardita
NIM: 30202000175


METERAI TEMPEL
131ALX261318461


Muhammad Rafi' Taufiqul Hadi
NIM: 30202000134

MOTTO

“Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik”

(QS. Ali 'Imron:110)

“Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”.

(QS. Al-Baqarah-286)

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum merka mengubah keadaan mereka sendiri”.

(QS Ar-Rad-11)

“Sejarah tidak hanya ditulis oleh mereka yang menang, tetapi oleh mereka yang berani berjuang”.

(Muhammad Al-Fatih)

“Gantungkan cita-citamu setinggi langit! Bermimpilah setinggi langit. Jika engkau jatuh, engkau akan jatuh di antara bintang-bintang”.

(Soekarno)

“Setiap orang mempunyai gilirannya masing-masing, bersabarlah dan tunggulah giliranmu!”.

(Gol D Roger)

“Tidak peduli seberapa sulit atau mustahilnya itu, jangan pernah melupakan tujuanmu”.

(Monkey D. Luffy)

Muhammad Rafi' Taufiqul Hadi

MOTTO

“Kamu adalah umat yang terbaik yang dilahirkan untuk manusia, menyuruh kepada yang ma'ruf, dan mencegah dari yang munkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka, di antara mereka ada yang beriman, dan kebanyakan mereka adalah orang-orang yang fasik”

(QS. Ali 'Imron:110)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum, sebelum merka mengubah keadaan mereka sendiri”.

(QS Ar-Rad-11)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain)” (QS. Al Insyirah :6-7)

“Sedikit pengetahuan yang diterapkan lebih berharga ketimbang banyak pengetahuan yang dimanfaatkan”

(Kahlil Gibran)

“ Senjata terbesar melawan stress adalah kemampuan kita untuk memilih satu pemikiran di atas pemikiran lainnya”

(William James)

Risky Bayu Ardita

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, segala puja dan puji syukur bagi Allah Subhanahu Wa ta'ala dimana atas Rahmat, Taufiq, dan Hidayah Nya, kami sudah mampu menuntaskan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “EVALUASI DAN ANALISIS SISTEM DRAINASE UTAMA MENGGUNAKAN EPA SWMM (Studi Kasus Rw. 04, Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak)” Pembentukan Laporan Tugas Akhir ini bisa terlaksana dengan bantuan Allah Tuhan Yang Maha Penolong serta dorongan diikuti dukungan sejumlah pihak. Maka penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Abdul Rochim, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Ir. Moh Faiqun Niam MT., Ph.D dan Ari Sentani, ST., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing dimana sudah memberi arahan serta bimbingan pada pembentukan Laporan Tugas Akhir.
4. Kedua orang tua tercinta Bapak Hadi Subena, S.E., M.Si., Ibu Sri Tri Listyani, S.E., Kakak Himawan Prabowo, S.H., serta keluarga yang tak pernah berhenti mendoakan, memberikan dukungan moril dan materil serta motivasi, agar putranya mencapai cita-cita yang diinginkan
5. Mas Bleng seng mbarik dewe partner Tugas Akhir saya yang telah memberikan pikiiran, waktu dan materi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Susi Susilowati, S.T., yang selalu memberi suport, semangat dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
7. Teman – teman MAPATEK yang selalu memberikan dukungan, dorongan, hiburan, dan inspirasi.
8. Ciko yang selalu membuat rindu dan mengetahui arti cinta kepada hewan.
9. Rekan – rekan di Program Studi Teknik Sipil UNISSULA angkatan tahun 2020 yang telah memberikan bantuannya.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu – persatu yang terlibat dan telah membantu penyusun Laporan Tugas Akhir ini.

Muhammad Rafi' Taufiqul Hadi
NIM 3.02.020.00134

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut asma Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, segala puja dan puji syukur bagi Allah Subhanahu Wa ta'ala dimana atas Rahmat, Taufiq, dan Hidayah Nya, kami sudah mampu menuntaskan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “EVALUASI DAN ANALISIS SISTEM DRAINASE UTAMA MENGGUNAKAN EPA SWMM (Studi Kasus Rw. 04, Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak)” Pembentukan Laporan Tugas Akhir ini bisa terlaksana dengan bantuan Allah Tuhan Yang Maha Penolong serta dorongan diikuti dukungan sejumlah pihak. Maka penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Abdul Rochim, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Ir. Moh Faiqun Ni'am MT., Ph.D dan Ari Sentani, ST., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing dimana sudah memberi arahan serta bimbingan pada pembentukan Laporan Tugas Akhir.
4. Kedua orang tua tercinta Bapak Ngadimin dan Ibu Indah Purwati yang tak pernah berhenti mendoakan, memberikan dukungan moril dan materil serta motivasi, agar putranya mencapai cita-cita yang diinginkan.
5. Rekan – rekan di Program Studi Teknik Sipil UNISSULA angkatan tahun 2020 yang telah memberikan bantuannya.
6. Mas Bledrek seng bagus dewe partner Tugas Akhir yang telah memberikan pikiiran, waktu dan materi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Wong bonang yang selalu memberi masukan dalam menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
8. Terima Kasih untuk diri sendiri, sudah mau di ajak berjuang dan berusaha sampai sejauh ini.
9. Terakhir terima kasih untuk seseorang pernah menemani proses berjuang saya dan semua pelajaran hidup yang sangat berarti bagi saya (I'm still love you)

Risky Bayu Ardita
NIM : 3.02.020.00175

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan hidayahNya dimana menjadikan penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu untuk memenuhi Tugas Akhir. Dengan selesainya Tugas Akhir ini tidak terlepas atas dorongan dari semua pihak, sehingga penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran penulisan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Dr. Abdul Rochim, S.T., M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Muhammad Rusli Ahyar, S.T., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Ir. Moh Faiqun Ni'am , MT., Ph.D, selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir dimana telah memberi dukungan, masukan arahan, serta bimbingannya.
4. Ari Sentani, ST., M.Sc, selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir dimana telah memberi dukungan, masukan arahan, serta bimbingannya.
5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil UNISSULA yang telah memberikan ilmunya penulis.

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

Semarang, , Agustus 2024

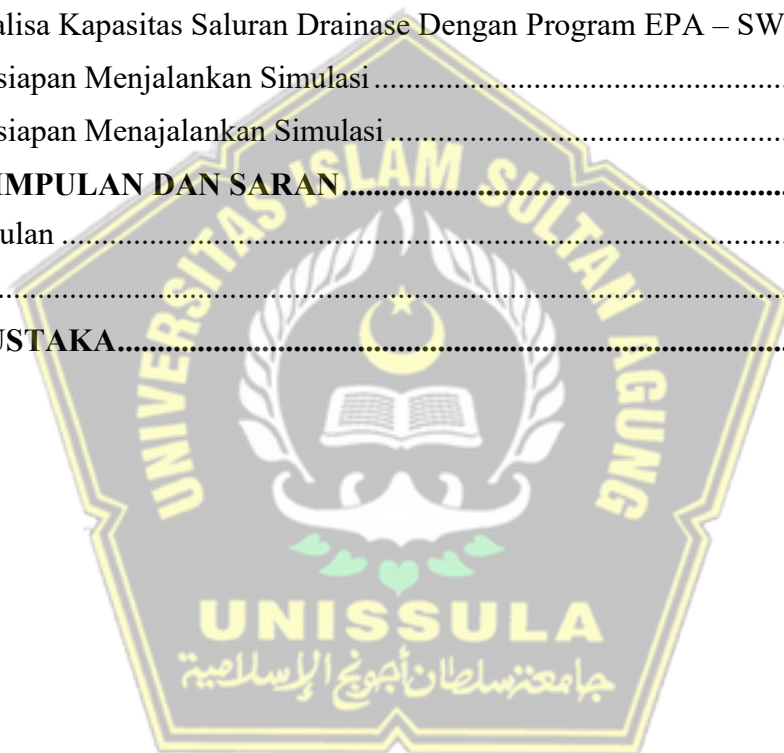
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	1
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
MOTTO	i
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	4
2.1.1 Sistem Drainase	6
2.1.2 Sungai	7
2.1.3 Saluran Drainase	7
2.2 Hidrologi	9
2.3 Curah Hujan	9
2.3.1 Metode rata-rata Aljabar.....	10
2.3.2 Metode polygon Thiessen.....	10
2.3.3 Metode Isohyet	11
2.4 Analisa Distribusi Frekuensi	12
2.4.1 Pemilihan Jenis Distribusi	12
2.4.2 Uji Kecocokan Distribusi	18

2.4.3 Debit Banjir Rencana	23
2.5 Hidrolika	24
2.5.1 Penampang Saluran	25
2.5.2 Dimensi Saluran.....	26
2.6 EPA SWMM	28
2.6.1 Contoh area studi.....	28
2.6.2 Penyiapan Proyek	29
2.6.3 Menggambar Objek.....	32
2.6.4 Menggambar Objek.....	34
2.6.5 Menjalankan Simulasi	38
2.6.6 Menjalankan Simulasi	39
2.6.7 Melihat Laporan Status.....	39
2.6.8 Melihat hasil di peta.....	40
2.6.9 Melihat Plot Time Series	41
2.6.10 Opsional: Mengubah ukuran jaringan.....	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	51
3.1 Lokasi Proyek	51
3.2 Tahap Persiapan	51
3.3 Pengumpulan Data.....	52
3.4 Tahapan Penelitian.....	52
3.5 Diagram Alir.....	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Kondisi Eksisting Drainase Jalan Sriwulan	54
4.2 Debit maksimum Kawasan kajian penelitian.....	54
4.3 Data curah hujan	55
4.3.1 Stasiun Curah Hujan Karangroto, Brumbung, Dan Purwosari.....	55
4.3.2 Menggunakan Metode Polygon Thiessen	55
4.4 Analisa Distribusi.....	58
4.4.1 Distribusi Normal	59
4.4.2 Distribusi Log Normal.....	61
4.4.3 Distribusi Gumbel	63
4.4.4 Distribusi Log Person III	65
4.5 Uji disrtibusi probalitas	68
4.5.1 Uji Chi-Kuadrat	68

4.5.2 Uji Smirnov Kolmogorof.....	71
4.5.3 Analisa Debit Rencana.....	73
4.5.4 Perhitungan Intensitas Curah Hujan	74
4.5.5 Menghitung Debit Rencana Dengan Metode Rasional.....	75
4.6 Skema Jaringan Drainase Jalan Sriwulan.....	75
4.7 Analisa Kapasitas Saluran Drainase	76
4.7.1 Analisa Kapasitas Saluran Drainase Dengan Program EPA – SWMM.....	77
4.7.2 Persiapan Menjalankan Simulasi	85
4.7.3 Persiapan Menjalankan Simulasi	87
4.8 Analisa Rencana Kapasitas Saluran Drainase.....	89
4.8.1 Analisa Kapasitas Saluran Drainase Dengan Program EPA – SWMM.....	90
4.8.2 Persiapan Menjalankan Simulasi.....	97
4.8.3 Persiapan Menjalankan Simulasi	99
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	102
5.1 Kesimpulan	102
5.2 Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA.....	xviii



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Syarat-syarat Pemilihan Jenis Distribusi	12
Tabel 2. 2 Nilai Variabel Reduksi Gauss.....	13
Tabel 2. 3 Reduced Variabel (YT).....	15
Tabel 2. 4 Reduced Mean (Yn) dan Reduced Standard Deviasi (Sn).....	15
Tabel 2. 5 Nilai K untuk Metode Distribusi Log Pearson Type III	17
Tabel 2. 6 Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat	20
Tabel 2. 7 Nilai Kritis D0 untuk Uji Smirnov-Kolmogorov.....	22
Tabel 2. 8 Standar Desain Saluran Drainase.....	24
Tabel 4. 1 Data Curah Hujan Karangroto, Brumbung, Dan Purwosari	55
Tabel 4. 2 Luas <i>Polygon Thiessen</i> dan Bobot Stasiun Hujan	57
Tabel 4. 3 Perhitungan Curah hujan Rencana Menggunakan Metode <i>Polygon Thiessen</i>	58
Tabel 4. 4 Persyaratan Metode Distribusi.....	59
Tabel 4. 5 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Normal.....	59
Tabel 4. 6 Parameter Statistik Metode Distribusi Normal.....	61
Tabel 4. 7 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Log Normal	61
Tabel 4. 8 Statistik Metode Distribusi Log Normal	63
Tabel 4. 9 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel.....	64
Tabel 4. 10 Parameter Statistik Metode Distribusi Gumbel	65
Tabel 4. 11 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person III.....	65
Tabel 4. 12 Parameter Statistik Model Log Person III	67
Tabel 4. 13 Rekapitulasi perhitungan distribusi probabilitas	67
Tabel 4. 14 Perhitungan Besar Peluang dan Batas Nilai Kelas Distribusi Gumbel	69
Tabel 4. 15 Perhitungan Uji <i>Chi-Kuadrat</i> Untuk Distribusi Gumbel	69
Tabel 4. 16 Peluang Batas Kelas Distribusi Log Pearson Tipe III	70
Tabel 4. 17 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III.....	71
Tabel 4. 18 Uji <i>Smirnov-Kolmogorof</i> Untuk Distribusi Gumbel.....	71
Tabel 4. 19 Uji <i>Smirnov-Kolmogorof</i> Untuk Distribusi Log Person III.....	72
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Uji <i>Smirnov Kolmogorof</i> Log Person III.....	73
Tabel 4. 21 Debit Banjir Rencana	75
Tabel 4. 22 Distribusi Hujan Tiap Jam	81
Tabel 4. 23 Distribusi Hujan Tiap Jam	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Siklus Hidrologi.....	9
Gambar 2. 2 Metode Polygon Thiessen.....	11
Gambar 2. 3 Metode Isohyet.....	12
Gambar 2. 4 Penampang Persegi Panjang	25
Gambar 2. 5 Penampang Saluran Trapesium.....	26
Gambar 2. 6 Contoh area studi.	29
Gambar 2. 7 Pelabelan ID default untuk contoh tutorial	30
Gambar 2. 8 Dialog Opsi Peta.	31
Gambar 2. 9 Subcatchments dan node, misalnya area studi.....	33
Gambar 2. 10 Jendela Editor Properti.....	36
Gambar 2. 11 Dialog Editor Grup.	36
Gambar 2. 12 Dialog Editor Deret Waktu.	37
Gambar 2. 13 Editor Judul/Catatan.....	38
Gambar 2. 14 Dialog Opsi Simulasi	39
Gambar 2. 15 Contoh melihat hasil kode warna pada Peta Wilayah Studi.	41
Gambar 2. 16 Dialog Plot Deret Waktu.....	42
Gambar 2. 17 Plot deret waktu hasil dari simulasi awal berjalan.....	42
Gambar 2. 18 Dialog Plot Profil.....	43
Gambar 2. 19 Contoh plot profil.....	44
Gambar 3. 1 Lokasi Studi	51
Gambar 4. 2 Kondisi Saluran Drainase Sriwulan Sayung	54
Gambar 4. 3 Peta Stasiun Pencatat Data Curah Hujan dan Polygon Thiessen DAS.....	56
Gambar 4. 4 Diagram Rekapitulasi Perhitungan Distribusi	68
Gambar 4. 5 Skema Jaringan Saluran Drainase	76
Gambar 4. 6 Penampang Persegi Saluran	76
Gambar 4. 7 Pengaturan Project Default	78
Gambar 4. 8 Pengaturan <i>Status Bar SWMM</i>	78
Gambar 4. 9 Menerapkan <i>Backdrop</i>	79
Gambar 4. 10 Menerapkan <i>Perhitungan</i>	79
Gambar 4. 11 Skema Saluran Drainase Pada <i>Software EPA-SWMM</i>	80
Gambar 4. 12 Nilai <i>Time series</i>	81
Gambar 4. 13 Rain Gage I	82
Gambar 4. 14 Format <i>Subcatchment</i>	82
Gambar 4. 15 Format Junction	83
Gambar 4. 16 Format <i>Conduits</i>	83
Gambar 4. 17 Format <i>Outfall</i>	84
Gambar 4. 18 Format General Options.....	85
Gambar 4. 19 Format <i>Time Step Options</i>	86
Gambar 4. 20Format <i>Dynamic Wave Options</i>	86
Gambar 4. 21 Simulasi <i>Run Status</i>	87

Gambar 4. 22 Hasil <i>Run Status tidak aman</i>	88
Gambar 4. 23 Penampang persegi	89
Gambar 4. 24 Pengaturan Project Default	90
Gambar 4. 25 Pengaturan <i>Status Bar SWMM</i>	91
Gambar 4. 26 Menerapkan <i>Backdrop</i>	91
Gambar 4. 27 Menerapkan <i>Perhitungan</i>	92
Gambar 4. 28 Skema Saluran Drainase Pada <i>Software EPA-SWMM</i>	92
Gambar 4. 29 Nilai <i>Time series</i>	94
Gambar 4. 30 Rain Gage I	94
Gambar 4. 31 Format <i>Subcatchment</i>	95
Gambar 4. 32 Format Junction	95
Gambar 4. 33 Format <i>Conduits</i>	96
Gambar 4. 34 Format <i>Outfall</i>	93
Gambar 4. 35 Format General Options.....	98
Gambar 4. 36 Format <i>Time Step Options</i>	98
Gambar 4. 37 Format <i>Dynamic Wave Options</i>	99
Gambar 4. 38 Simulasi <i>Run Status</i>	100
Gambar 4. 39 Hasil <i>Run Status</i>	101



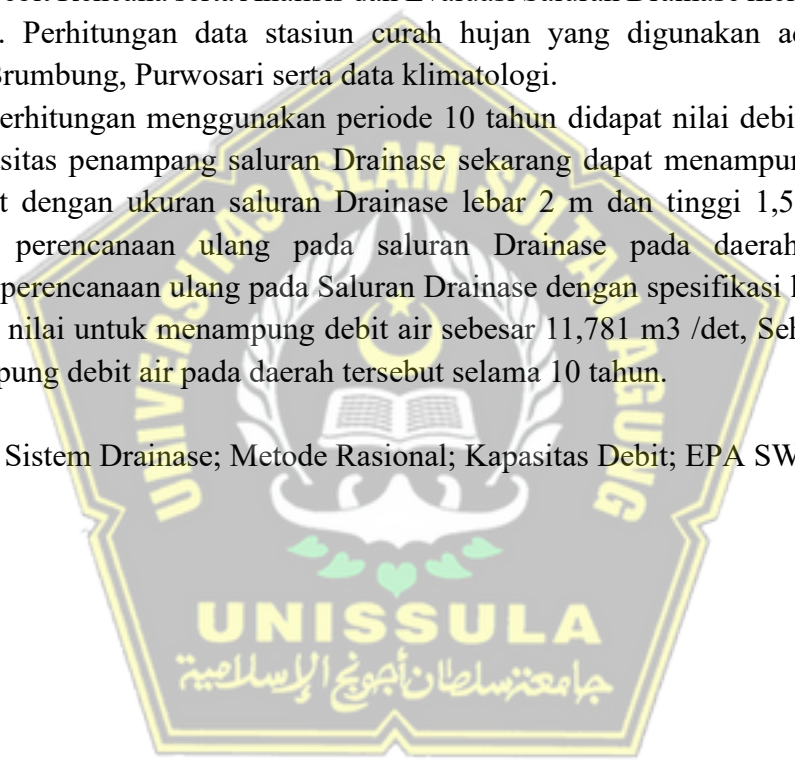
ABSTRAK

Permasalahan banjir di Jalan Sriwulan, Sayung, Demak, sangat kompleks dan multifaktorial. Sehingga sistem drainase memainkan peran yang sangat penting. Sistem drainase yang efektif dapat membantu mengurangi risiko banjir, Demikian juga yang terjadi di Desa Sriwulan, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dan analisis hidrologi dan hidrolika jaringan drainase di Sriwulan. Dalam hal ini diambil sample lokasi di RW 04 Desa Sriwulan.

Analisis yang digunakan meliputi perhitungan curah hujan dengan menggunakan data dalam periode 10 tahun yaitu 2013-2022 menggunakan metode Polygon Thiessen, perhitungan Distribusi menggunakan metode Normal, Log Normal, Gumbel, Log Pearson III, Perhitungan Uji Distribusi Probabilitas menggunakan metode Uji Chi – Square, Uji Smirnov Kolmogorov, perhitungan Debit Rencana serta Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase menggunakan Software EPA SWMM. Perhitungan data stasiun curah hujan yang digunakan ada 3 yakni stasiun Karangroto, Brumbung, Purwosari serta data klimatologi.

Dari perhitungan menggunakan periode 10 tahun didapat nilai debit air sebesar 11,109 m³ /det, kapasitas penampang saluran Drainase sekarang dapat menampung debit air sebesar 6,768 m³ /det dengan ukuran saluran Drainase lebar 2 m dan tinggi 1,5 m.. Sehingga perlu dilakukannya perencanaan ulang pada saluran Drainase pada daerah tersebut. Setelah dilakukannya perencanaan ulang pada Saluran Drainase dengan spesifikasi lebar 3 m dan tinggi 1,5 m didapat nilai untuk menampung debit air sebesar 11,781 m³ /det, Sehingga dirasa cukup untuk menampung debit air pada daerah tersebut selama 10 tahun.

Kata Kunci : Sistem Drainase; Metode Rasional; Kapasitas Debit; EPA SWMM; DAS Babon



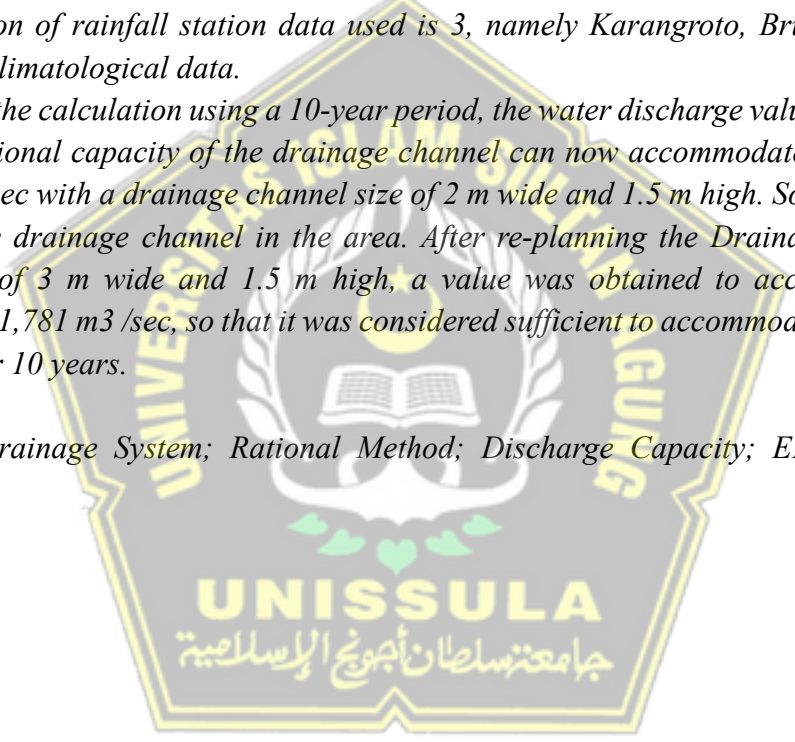
ABSTRACT

The flood problem on Jalan Sriwulan, Sayung, Demak, is very complex and multifactorial. So the drainage system plays a very important role. An effective drainage system can help reduce the risk of flooding, as well as what happened in Sriwulan Village, Sayung District, Demak Regency. Therefore, research and analysis of hydrology and hydraulics of drainage networks were carried out in Sriwulan. In this case, a sample of the location was taken in RW 04 Sriwulan Village.

The analysis used includes the calculation of rainfall using data in a 10-year period, namely 2013-2022 using the Thiessen Polygon method, the calculation of Distribution using the Normal method, Normal Log, Gumbel, Pearson III Log, Probability Distribution Test calculation using the Chi – Square Test method, the Smirnov Kolmogorov Test, the calculation of Plan Discharge and the Analysis and Evaluation of Drainage Channels using EPA SWMM Software. The calculation of rainfall station data used is 3, namely Karangroto, Brumbung, Purwosari stations and climatological data.

From the calculation using a 10-year period, the water discharge value is 11,109 m³ /sec, the cross-sectional capacity of the drainage channel can now accommodate a water discharge of 6,768 m³ /sec with a drainage channel size of 2 m wide and 1.5 m high. So that it is necessary to re-plan the drainage channel in the area. After re-planning the Drainage Channel with a specification of 3 m wide and 1.5 m high, a value was obtained to accommodate a water discharge of 11,781 m³ /sec, so that it was considered sufficient to accommodate water discharge in the area for 10 years.

Keywords: *Drainage System; Rational Method; Discharge Capacity; EPA SWMM; Babon watershed*



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan masalah serius yang telah lama menjadi perhatian utama di berbagai daerah di Indonesia, dengan sejumlah wilayah yang sering kali mengalami bencana banjir yang merusak, mengganggu kehidupan sehari-hari, dan berdampak negatif pada ekonomi dan lingkungan. Banjir adalah salah satu dampak langsung dari perubahan iklim, perubahan tata guna lahan, serta kurangnya perencanaan dan infrastruktur yang efektif dalam mengelola air hujan. Salah satu daerah yang mengalami masalah banjir adalah Jalan Sriwulan Sayung.

Jalan Sriwulan yang merupakan bagian dari wilayah Sayung Demak, Jawa Tengah, sering kali menjadi sorotan akibat masalah banjir yang berulang. Banjir di Jalan Sriwulan dan sekitarnya telah menjadi permasalahan kronis yang mempengaruhi ribuan penduduk dan berdampak negatif pada aktivitas sehari-hari.

Permasalahan banjir di Jalan Sriwulan, Sayung, Demak, sangat kompleks dan multifaktorial. Dalam menghadapi tantangan ini, sistem drainase memainkan peran yang sangat penting. Sistem drainase yang efektif dapat membantu mengurangi risiko banjir dengan mengalirkan air hujan yang berlebihan secara efisien, mencegah genangan air, dan melindungi wilayah dari banjir yang merusak.

Maka, dalam penelitian ini peneliti akan melakukan evaluasi mendalam terhadap sistem drainase yang ada di Jalan Desa Sriwulan, Sayung, Demak, dengan tujuan utama untuk mengevaluasi sejauh mana sistem ini telah berhasil dalam menangani banjir, serta untuk mengidentifikasi masalah dan tantangan yang mungkin dihadapi. Selain itu, penelitian ini akan mengusulkan solusi dan rekomendasi yang dapat membantu memitigasi risiko banjir di daerah tersebut. Hasil penelitian ini bisa menjadi landasan bagi instansi yang berwenang, pemangku kepentingan, dan masyarakat dalam upaya meningkatkan sistem drainase dan mengurangi risiko banjir di Jalan Sriwulan, Sayung, Demak, serta memberikan kontribusi penting dalam pemahaman dan penanganan masalah banjir yang lebih luas di Indonesia. Untuk menganalisis kapasitas sistem drainase eksisting dalam menampung debit hujan, digunakan simulasi dengan software EPA SWMM (Environmental Protection Agency Storm Water Management Model). Pemilihan konsep penanganan diperoleh melalui simulasi ulang kapasitas saluran drainase

agar dapat menampung debit yang direncanakan. Untuk dapat melakukan simulasi, diperlukan data hidrologi dan pengukuran saluran yang ada.

1.2 Rumusan Masalah

1. Permasalahan yang dapat diidentifikasi dalam studi ini adalah:
2. Bagaimana kondisi eksisting drainase pada lokasi penelitian saat ini?
3. Berapa nilai hidrologi pada lokasi penelitian.
4. Adakah pengaruh sistem drainase terhadap hasil analisa setelah dilakukan perencanaan ulang?
5. Bagaimana analisa penampang drainase menggunakan program EPASWMM?

1.3 Tujuan

Penyusunan tugas akhir ini memiliki tujuan:

1. Mengidentifikasi sistem drainase eksisting pada RW 04 desa sriwulan.
2. Memberikan Analisa hidrologi dan hidrolika sub sistem drainase meliputi curah hujan, dan debit banjir
3. Melakukan analisa hidrolika untuk perencanaan ulang saluran drainase.
4. Melakukan analisa penampang drainase menggunakan program EPA- SWMM.

1.4 Batasan Masalah

Penyusunan tugas akhir ini memiliki batasan masalah:

1. Area yang diamati adalah saluran drainase yang terletak di Jalan Sriwulan.
2. Data yang digunakan dalam analisis adalah data curah hujan yang tercatat selama periode sepuluh tahun terakhir.
3. Analisa penampang Drainase menggunakan program EPA-SWMM.
4. Penelitian tidak menghitung konstruksi dan rencana anggaran biaya.
5. Penelitian tidak menganalisa tentang pasang surut

1.5 Sistematika Penulisan

Penyusunan laporan tugas akhir ini terdapat 5 bab yang mencakup:

BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini mencakup informasi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, serta tata cara penyusunan laporan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan bagian dari penelitian yang merincikan teori-teori yang memiliki relevansi dengan subjek yang sedang diperbincangkan. Ini didasarkan pada literatur yang ada, observasi, serta pandangan para ahli dalam konteks masalah yang sama. Selain itu, bab ini mencakup penggunaan pedoman, rumus, atau metode perhitungan yang sesuai dalam menganalisis permasalahan yang dibutuhkan.

BAB III METODE PENELITIAN

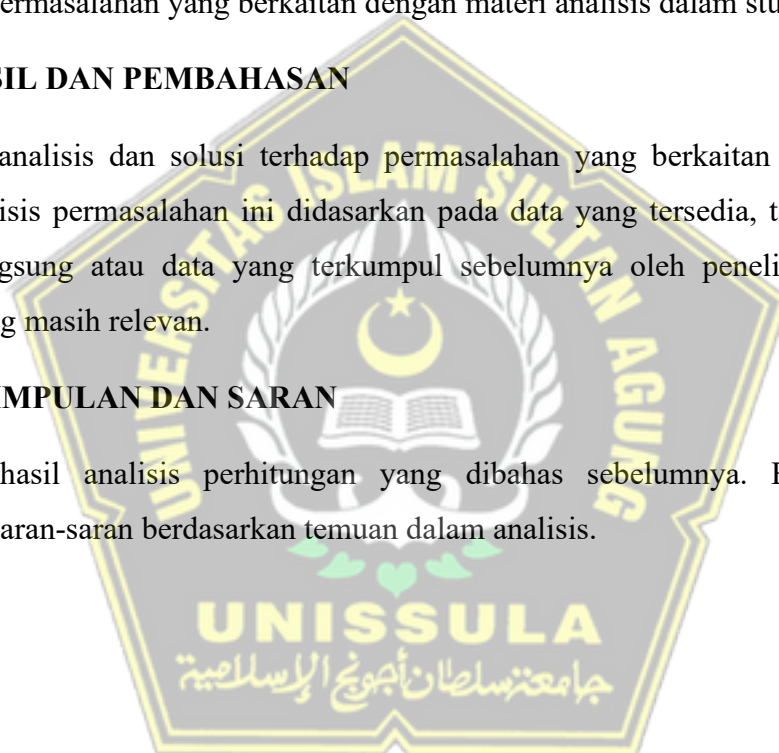
Berisi informasi tentang langkah-langkah dan metode yang diterapkan dalam mencari solusi untuk permasalahan yang berkaitan dengan materi analisis dalam studi ini.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Memberikan analisis dan solusi terhadap permasalahan yang berkaitan dengan topik analisis. Analisis permasalahan ini didasarkan pada data yang tersedia, termasuk hasil observasi langsung atau data yang terkumpul sebelumnya oleh peneliti di wilayah penelitian yang masih relevan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Merangkum hasil analisis perhitungan yang dibahas sebelumnya. Bab ini juga memberikan saran-saran berdasarkan temuan dalam analisis.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 37 tahun 2012 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) menjelaskan bahwa Daerah Aliran Sungai adalah sebuah wilayah daratan yang bersatu dengan sungai dan anak sungainya. Wilayah ini berperan dalam menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan secara alami ke danau atau laut. Batas DAS di darat ditentukan oleh fitur topografis, sedangkan di laut mencakup daerah perairan yang masih dipengaruhi oleh aktivitas daratan.

Menurut (Kodoatie & Sugiyanto, 2002), Daerah Aliran Sungai (DAS), yang juga dikenal sebagai Daerah Pengaliran Sungai (DPS), merupakan area tata air yang terbentuk secara alami, di mana air hujan tertampung dan mengalir dari daerah tersebut ke sungai-sungai yang berada dalam daerah tersebut. Dalam bahasa Inggris, istilah yang digunakan adalah "Catchment Area" atau "Watershed."

Menurut (Asdak, 2010), Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat dijelaskan sebagai suatu wilayah daratan yang dibatasi oleh rangkaian punggung gunung dari segi topografi. DAS berfungsi sebagai tempat penampungan dan penyimpanan air hujan, yang selanjutnya dialirkan menuju laut melalui sungai utama. Wilayah daratan ini dikenal sebagai daerah tangkapan air (DTA atau *catchment area*) dan merupakan suatu ekosistem yang terdiri dari unsur-unsur utama seperti sumber daya alam (tanah, air, dan tumbuhan) dan sumber daya manusia yang memanfaatkan sumber daya alam tersebut. Di sisi lain, dalam hal daerah hilir DAS, terdapat karakteristik sebagai berikut: merupakan wilayah eksploitasi, memiliki kerapatan sungai yang lebih rendah, memiliki kemiringan lereng yang kecil hingga sangat landai (kurang dari 8%), beberapa bagian dapat menjadi wilayah banjir dengan terjadinya genangan air, penggunaan air dikendalikan melalui sistem irigasi dengan jenis vegetasi yang didominasi oleh tanaman pertanian, kecuali di kawasan estuaria yang ditandai dengan dominasi vegetasi berupa hutan bakau atau lahan gambut.

Daerah tengah dalam aliran sungai adalah zona peralihan yang terletak di antara dua karakteristik biogeofisik yang berbeda dalam DAS, sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya.

Ketika fungsi suatu DAS terganggu, sistem hidrologi akan mengalami dampak. Kemampuan DAS dalam menangkap curah hujan, meresapkan air, dan menyimpannya akan menurun, sehingga meningkatkan aliran permukaan. Vegetasi penutup dan penggunaan lahan memiliki pengaruh besar terhadap aliran sungai, sehingga perubahan dalam penggunaan lahan bisa memengaruhi aliran sungai. Perubahan dalam perilaku hidrologi, seperti peningkatan frekuensi banjir dan erosi, serta penurunan kualitas air, bisa menjadi tanda-tanda kerusakan DAS. Oleh karena itu, pengelolaan DAS harus dijalankan secara efisien dengan mempertimbangkan pemanfaatan sumber daya alam yang berkelanjutan (Sucipto, 2008).

Ciri-ciri Daerah Aliran Sungai (DAS) merujuk pada atribut yang menggambarkan kondisi spesifik DAS, termasuk parameter seperti morfometri, topografi, geologi tanah, vegetasi, penggunaan lahan, hidrologi, dan interaksi manusia. Ciri-ciri DAS dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yakni ciri-ciri biogeofisik dan ciri-ciri sosial, ekonomi, budaya, serta kelembagaan. Dalam konteks yang lebih mendalam, ciri-ciri DAS dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Karakteristik Biogeofisik, meliputi:
 - a. Karakteristik meteorologi DAS, yang berhubungan dengan cuaca di wilayah DAS.
 - b. Karakteristik morfologi DAS, yang berkaitan dengan bentuk fisik wilayah DAS.
 - c. Karakteristik morfometri DAS, yang mencakup aspek-aspek seperti ukuran, bentuk, dan topografi DAS.
 - d. Karakteristik hidrologi DAS, yang mengacu pada pola aliran air dan perubahan musiman dalam DAS.
 - e. Karakteristik kemampuan DAS, yang mencakup kapasitas DAS dalam menampung dan mengalirkan air
2. Karakteristik Sosial, Ekonomi, Budaya, dan Kelembagaan, meliputi:
 - a. Karakteristik sosial kependudukan DAS, yang mencakup populasi dan sebaran penduduk di wilayah DAS.
 - b. Karakteristik sosial budaya DAS, yang berkaitan dengan nilai, budaya, dan masyarakat yang mendiami DAS.
 - c. Karakteristik sosial ekonomi DAS, yang meliputi aspek-aspek ekonomi seperti mata pencaharian penduduk dan tingkat penghasilan.
 - d. Karakteristik kelembagaan DAS, yang mengacu pada organisasi dan struktur yang mengatur pengelolaan DAS.

Dalam sistem Daerah Aliran Sungai (DAS), perubahan dari hujan menjadi aliran permukaan sangat bergantung pada sifat-sifat wilayah pengalir. Volume aliran permukaan dipengaruhi oleh dua faktor kunci, yaitu faktor yang berhubungan dengan curah hujan dan karakteristik fisik DAS. Karakteristik fisik DAS dapat dibagi menjadi dua kategori:

1. Karakteristik DAS yang stabil (*Stable Basin Characteristics*), mencakup:
 - a. Jenis batuan dan tanah di wilayah DAS.
 - b. Kemiringan lereng di DAS, yang mempengaruhi jalannya aliran menuju outlet.
 - c. Kerapatan aliran di dalam DAS.
2. Karakteristik DAS yang berubah (*Variable Basin Characteristics*), yaitu penggunaan lahan di DAS, yang dapat mengalami perubahan dari waktu ke waktu.

2.1.1 Sistem Drainase

Drainase berasal dari kata "*drainage*" yang mengacu pada tindakan teknis seperti mengalirkan, mengeringkan, menguras, membuang, dan mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil, drainase pada dasarnya merujuk pada serangkaian tindakan teknis yang bertujuan untuk mengurangi kelebihan air, termasuk air hujan, rembesan, dan air irigasi, dari suatu wilayah lahan agar fungsi lahan tersebut tetap terjaga. Sistem drainase adalah sekelompok infrastruktur air yang didesain untuk mengurangi dan mengalirkan kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan tersebut dapat berfungsi secara optimal (Suripin, 2004).

Drainase merupakan suatu sistem untuk mengatur aliran air dengan membuat saluran-saluran, seperti yang dijelaskan oleh Robert J. Kodoatie pada tahun 2005. Fungsi utama sistem drainase adalah menampung dan mengalirkan air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah melalui jaringan saluran tingkat pertama (tersier). Air ini kemudian dialirkan ke dalam saluran tingkat kedua (sekunder dan primer), dan akhirnya dibuang ke sungai atau laut.

Penting memastikan daerah layanan bebas dari genangan air serta menjaga keseimbangan air dalam wilayah tersebut. Oleh karena itu, pembangunan sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan telah menjadi suatu keharusan dalam rencana pembangunan di Indonesia. Hal ini sejalan dengan prinsip-prinsip berwawasan lingkungan yang tercantum dalam Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan (DPU) tahun 1990. Secara umum, sistem drainase dapat dibagi menjadi dua jenis, seperti yang dijelaskan oleh (Suripin, 2004):

1. Drainase Permukaan, yang berfokus pada pengendalian aliran air di atas permukaan tanah.
2. Drainase Bawah Permukaan, yang berkaitan dengan pengaturan aliran air di bawah permukaan tanah.

2.1.2 Sungai

Sungai adalah jalur panjang di atas permukaan bumi yang digunakan sebagai jalur aliran air, berasal dari berbagai sumber air seperti curah hujan, limpasan, mata air, dan air tanah, atau sumber air lainnya. Sungai terbentuk ketika air dari mata air di daerah pegunungan mengalir di atas tanah. Berdasarkan pendapat (Sosrodarsono, 1985), Sebagian besar curah hujan yang jatuh di atas permukaan tanah biasanya cenderung mengalir ke daerah yang memiliki elevasi yang lebih rendah. Setelah melewati berbagai rintangan karena gravitasi, akhirnya air ini mencapai danau atau laut. Selama perjalanannya dari sumber hingga muara, sungai bergabung dengan banyak sungai lain, yang membuatnya semakin besar. Jika sungai memiliki lebih dari dua cabang, yang memiliki aliran air terbesar, panjang, dan volume terbesar disebut sebagai sungai utama. Sementara cabang-cabang lainnya disebut anak sungai. Terkadang, sebelum mencapai laut, sungai dapat bercabang menjadi beberapa aliran yang disebut cabang sungai.

Menurut (Sosrodarsono, 1985), ciri-ciri suatu sungai dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk wilayah drainasenya serta kemiringan permukaan tanahnya. Geografi suatu area memiliki dampak yang signifikan terhadap tampilan fisik sungai yang ada di sana. Daerah yang memiliki punggung gunung pendek sering memiliki drainase yang sempit dan permukaan tanah yang terjal. Sebaliknya, daerah dengan topografi yang lebih landai biasanya memiliki wilayah drainase yang luas. Aspek-aspek yang berhubungan dengan karakteristik fisik sungai mencakup pola aliran, ukuran sungai, bentuk saluran, tingkat kemiringan, kapasitas, dan perilaku aliran air.

2.1.3 Saluran Drainase

Drainase adalah sistem saluran yang berfungsi untuk mengalirkan kelebihan air dari suatu wilayah seperti perumahan, perkotaan, dan jalan. Fungsinya adalah untuk mencegah terjadinya genangan air di permukaan dan, jika dilihat dalam jangka panjang, dapat membantu mengurangi risiko banjir.

Macam-macam drainase dapat dikelompokkan berdasarkan berbagai kriteria dan perspektif, termasuk:

1. Berdasarkan Sejarah Pembentukan:
 - a. Drainase Alami adalah sistem drainase yang muncul secara spontan di alam tanpa intervensi manusia, seperti pembentukan aliran sungai yang terjadi secara alami melalui proses erosi tanah.
 - b. Drainase Buatan adalah sistem drainase yang disengaja dibuat oleh manusia dengan menggunakan berbagai struktur seperti saluran beton, pipa, gorong-gorong, dan elemen lainnya untuk tujuan tertentu.
2. Berdasarkan Peletakan Saluran:
 - a. Drainase Permukaan, adalah sistem drainase yang terletak di permukaan tanah dan dimanfaatkan untuk mengarahkan aliran air hujan yang melimpah dan mengatasi genangan di atas permukaan.
 - b. Drainase Bawah Tanah, adalah sistem drainase yang beroperasi di bawah permukaan tanah dan digunakan untuk mengalirkan air limpasan melalui lapisan tanah di bawah permukaan.
3. Berdasarkan Fungsi Drainase:
 - a. Drainase *Single Purpose*, adalah sistem drainase yang dirancang secara khusus untuk mengalirkan satu jenis air buangan tertentu, seperti drainase yang hanya digunakan untuk mengalirkan air hujan.
 - b. Drainase *Multi Purpose*, adalah sistem drainase yang dirancang untuk menangani berbagai jenis air buangan, baik dalam bentuk campuran maupun secara bergantian, seperti sistem drainase di pemukiman yang berfungsi untuk mengalirkan air limbah dari rumah tangga dan juga air hujan.
4. Berdasarkan Konstruksi:
 - a. Saluran Terbuka, adalah sistem drainase yang memiliki saluran terbuka di bagian atasnya dan digunakan untuk mengalirkan air yang tidak mengandung bahan berbahaya, seperti air hujan. Biasanya diterapkan di wilayah yang cukup luas.
 - b. Saluran Tertutup, adalah sistem drainase yang memiliki penutup pada bagian atasnya dan umumnya digunakan untuk mengalirkan air limbah yang dapat berpotensi merugikan bagi kesehatan dan lingkungan. Biasanya

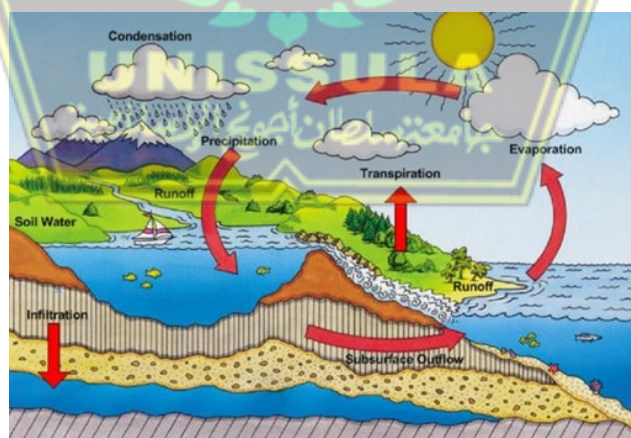
diterapkan di wilayah perkotaan dan permukiman.

5. Berdasarkan bentuk saluran:
 - a. Trapesium
 - b. Persegi Panjang
 - c. Setengah Lingkaran

2.2 Hidrologi

Hidrologi merupakan suatu cabang ilmu yang mempelajari tentang proses perubahan wujud air yang mengikuti siklus keseimbangan yang terjadi di lingkungan alam. Hidrologi dipelajari untuk dapat memecahkan masalah yang berhubungan dengan air seperti manajemen air, pengendalian banjir, dan perancangan bangunan air. Hidrologi biasanya lebih mengutamakan masalah air di daratan. Analisis hidrologi digunakan untuk memprediksi aliran air yang masuk selama periode waktu tertentu, biasanya 5 tahun atau 10 tahun untuk daerah industri.

Air secara alami mengalir dari hulu ke hilir, dari daerah tinggi ke daerah yang lebih rendah. Air mengalir di atas permukaan tanah namun air juga mengalir di dalam tanah. Di dalam lingkungan alam proses, perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah dan di udara) dan jenis air yang mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan istilah Siklus Hidrologi (Kodoatie, 2010). Proses aliran air secara umum digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Siklus Hidrologi

Sumber : (Guru Pendidikan, 2024)

2.3 Curah Hujan

Hujan merupakan fenomena alam dimana air jatuh dari atmosfer ke bumi. Fenomena ini mempunyai peran penting dalam siklus hidrologi. Pada daerah yang berbeda pun hujan juga

akan mengalami perbedaan, hal ini akan menghasilkan karakteristik yang berbeda pula. Curah hujan yang diperlukan untuk menyusun suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah/daerah dan dinyatakan dalam milimeter. Curah hujan ini harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. (Sosrodarsono, 2003:27).

Data yang digunakan dalam menentukan curah hujan tahunan yaitu data curah harian yang tertinggi. Adapun metode perhitungan yang digunakan ada 3 yaitu metode aljabar, metode *Polygon Thiessen*, dan metode *Isohyet*.

2.3.1 Metode rata-rata Aljabar

Metode ini merupakan metode paling sederhana karena pengukurannya dapat dilakukan dalam waktu yang bersamaan di beberapa stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam perhitungan pun harus yang berada dalam DAS walaupun yang di luar DAS yang masih berdekatan dapat diperhitungkan juga. Metode ini akan bekerja maksimal jika stasiun hujan tersebar secara merata di seluruh DAS dan distribusi hujan pun relatif merata di semua DAS. Rumus perhitungan curah hujan rata-rata yaitu sebagai berikut :

$$Pr = \frac{P_1+P_2+P_3+P_4+ \dots +P_n}{n} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan:

R : rata-rata curah hujan P1, P2, hingga Pn : stasiun atau pos-pos (mm)

n : jumlah stasiun

2.3.2 Metode polygon Thiessen

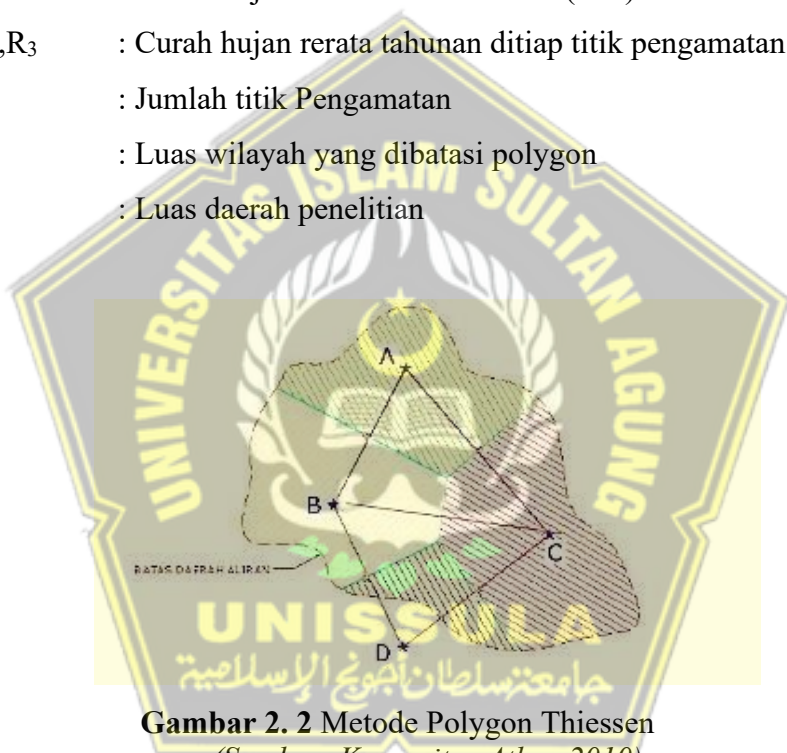
Metode Polygon Thiessen memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Metode ini digunakan ketika sebaran stasiun hujan tidak merata di daerah yang ditinjau. Dengan metode ini, setidaknya ada 3 stasiun hujan yang digunakan dalam perhitungan. Curah hujan rata-rata dihitung dengan cara memperhitungkan daerah pengaruh dari masing-masing stasiun

Metode ini sering digunakan untuk menghitung curah hujan rata-rata di suatu daerah. Polygon Thiessen bersifat tetap untuk suatu jaringan di stasiun hujan tertentu. Jika ada perubahan pada jaringan stasiun hujan seperti pemindahan atau bahkan penambahan stasiun, maka harus membuat poligon yang baru.

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan:

- R : Curah hujan maksimum rata-rata (mm)
- R₁, R₂, R₃ : Curah hujan rerata tahunan ditiap titik pengamatan (mm)
- R_n : Jumlah titik Pengamatan
- A₁, A₂ : Luas wilayah yang dibatasi polygon
- A : Luas daerah penelitian



Gambar 2. 2 Metode Polygon Thiessen
(Sumber: Komunitas Atlas, 2010)

2.3.3 Metode Isohyet

Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode Isohyet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis Isohyet adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis Isohyet tersebut. Metode Isohyet merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun hujan harus banyak dan tersebar merata, metode Isohyet membutuhkan pekerjaan

dan perhatian yang lebih banyak dibanding dua metode lainnya. (Triatmodjo, 2008).

$$R = \frac{A_{1,2}}{A} R_{1,2} + \frac{A_{2,3}}{A} R_{2,3} + \dots + \frac{A_{n,n+1}}{A} R_{n,n+1} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan:

- R : Curah hujan rata-rata (mm) R1,R2,....,
- Rn : curah hujan pada stasiun 1,2,...n (mm)A1,A2,....
- An : luas bagian yang dibatasi oleh isohyet (km²)



Gambar 2. 3 Metode Isohyet
(Sumber: Komunitas Atlas, 2010)

2.4 Analisa Distribusi Frekuensi

Analisis statis dilakukan pada curah hujan rata-rata yang tercatat di stasiun pengukur curah hujan di daerah aliran sungai. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi pola distribusi curah hujan yang sesuai dengan pola rata-rata curah hujan.

2.4.1 Pemilihan Jenis Distribusi

Ada empat jenis distribusi yang umum digunakan, yakni Normal, Log Normal, Gumbel type I, dan Log Pearson type III. Berikut adalah kriteria untuk memilih jenis distribusi:

Tabel 2. 1 Syarat-syarat Pemilihan Jenis Distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Normal	Cs ≈ 0
		Ck ≈ 3
		Cs ≈ 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)

Perhitungan curah hujan rencana adalah estimasi jumlah hujan selama periode ulang tertentu, yang nantinya akan digunakan untuk menentukan debit banjir rencana. Dalam statistika, terdapat beberapa jenis distribusi frekuensi dalam konteks hidrologi yang dapat digunakan, seperti:

a. Distribusi Normal

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

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

\bar{X} = Nilai rata-rata dari data hujan (mm)

K_T = Faktor frekuensi lainnya tergantung dari "t", nilai yang didapatkan dari Tabel Variasi Reduksi Gauss

S = Standar deviasi dari data hujan (mm)

Tabel 2. 2 Nilai Variabel Reduksi Gauss

Periode Ulang T (Tahun)	Peluang	K
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,01	0,99	-2,33
1,05	0,95	-1,64
1,11	0,9	-1,28
1,25	0,8	-0,84
1,33	0,75	-0,67
1,43	0,7	-0,52

1,67	0,6	-0,25
2	0,5	0
2,5	0,4	0,25
3,33	0,3	0,52
4	0,25	0,67
5	0,2	0,84
10	0,1	1,28
20	0,05	1,64
50	0,02	2,05
100	0,01	2,33
200	0,005	2,58
500	0,002	2,88
1000	0,001	3,09

(Sumber: Soewarno, 1995)

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

Standar deviasi dari data hujan (mm)

b. Distribusi Log Normal

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K_T \times Sd \text{ Log } X \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana:

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

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

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

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

c. Distribusi Gumbel

$$X_T = \bar{X} + \frac{Y_t - Y}{S_n} \times Sd \dots \dots \dots (2.6)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(Xi-\bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

X_T = Hujan dengan return periode T (mm)

\bar{X} = Curah hujan maksimum rata-rata (mm)

N = Banyak data tahun pengamatan

Sd = Standart deviasi

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

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

S_n = Reduced standar deviation (hubungan dengan banyaknya data, n).

Nilai Y_T , Y_n dan S_n telah ditetapkan dalam tabel

Tabel 2. 3 Reduced Variabel (Y_T)

Periode Ulang	<i>Reduced Variate</i>
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. 4 Reduced Mean (Y_n) dan Reduced Standard Deviasi (S_n)

<i>N</i>	<i>Y_n</i>	<i>S_n</i>	<i>N</i>	<i>Y_n</i>	<i>S_n</i>	<i>N</i>	<i>Y_n</i>	<i>S_n</i>
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

(Sumber: Suripin, 2004)

d. Distribusi Log Person III

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K_T \times S_d \text{ Log } X \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana:

Log XT = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang

Log \bar{X} = Nilai rata-rata Log XT

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

KT = Koefisien frekuensi, berdasarkan hubungan nilai Cs dengan periode ulang T

Cs = Koefisien Skewness

Tabel 2. 5 Nilai K untuk Metode Distribusi Log Pearson 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)

2.4.2 Uji Kecocokan Distribusi

Uji kesesuaian distribusi bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian antara distribusi frekuensi sampel dan distribusi probabilitas yang telah dipilih. Untuk mewakili distribusi frekuensi tersebut, dilakukan pengujian menggunakan metode yang umumnya digunakan, seperti uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov.

a. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat bertujuan untuk menilai apakah distribusi probabilitas dapat secara tepat mencerminkan distribusi data sampel yang sedang dianalisis. Keputusan dalam uji ini melibatkan perhitungan parameter χ^2 dengan rumus:

$$\chi^2_h = \sum \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \dots \dots \dots (2.9)$$

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

Aplikasi metode Chi-Kuadrat dan pemenuhan syarat-syaratnya dapat diinterpretasikan melalui hasil-hasil sebagai berikut:

- 1) Jika probabilitas distribusi > 5%, itu berarti bahwa data pengamatan dan tahun-tahun dengan distribusi hujan harian maksimum yang ada dapat diterima dan digunakan dalam perhitungan selanjutnya.
- 2) Jika probabilitas distribusi < 1%, maka data pengamatan dari n tahun dengan distribusi hujan harian maksimum yang ada tidak memenuhi kriteria distribusi yang ditetapkan.
- 3) Sedangkan jika probabilitas distribusi berada di kisaran antara 1% hingga 5%, ini menunjukkan ketidakmungkinan untuk membuat keputusan, dan mungkin diperlukan penambahan data pengamatan untuk memenuhi syarat yang ditentukan.

Berdasarkan konsep di atas, langkah-langkah perhitungan dapat dijalankan sebagai berikut:

- a) Tentukan jumlah tahun pengamatan data curah hujan (n).
- b) Susun data pengamatan dalam urutan dari yang terbesar hingga yang terkecil, atau sebaliknya.
- c) Hitung jumlah kelas (K) dengan rumus $1 + 3.322 \log n$. Kelompokkan data ke dalam subkelompok, dengan setiap subkelompok minimal terdiri dari 4 data pengamatan.
- d) Hitung derajat kebebasan (DK) menggunakan rumus $K - (U + 1)$, di mana $U = 2$ untuk distribusi normal dan binomial, serta $U = 1$ untuk distribusi Poisson.
- e) Tentukan nilai Chi-Kuadrat kritis (χ^2_{Cr}) dengan mengacu pada nilai derajat kebebasan (DK) dan tingkat signifikansi $h = 5\%$ dari tabel distribusi Chi-Kuadrat.

f) Lakukan perhitungan lebih lanjut dengan menggunakan tabel distribusi Chi-Kuadrat.

1. Kolom 1 = Jumlah kelas untuk pengelompokan
2. Kolom 2 = Subkelompok berdasarkan hasil (K) dengan nilai batas subkelompok
3. Kolom 3 = Jumlah data (Of), yaitu jumlah kejadian dari data pengamatan untuk setiap pembagian kelas dalam kolom
4. Kolom 4 = Jumlah data (Ef) yang diperoleh dari perhitungan 2
5. Kolom 5 = Nilai $(Of - Ef)^2$
6. Kolom 6 = Jumlah keseluruhan dari

Data dapat diinterpretasikan dengan membandingkan nilai Chi-Kuadrat kritis (χ^2_{Cr}) dengan nilai Chi-Kuadrat hasil perhitungan (χ^2_h), yang kemudian dicocokkan dengan tabel distribusi Chi-Kuadrat. Jika nilai (χ^2_h) lebih kecil dari (χ^2_{Cr}), hal ini menunjukkan bahwa jumlah data dapat digunakan dalam perhitungan selanjutnya, sesuai dengan interpretasi data tersebut (Soewarno, 2002).

Tabel 2. 6 Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat

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: CD Soemitro, 1999)

b. Uji Smirnov Kolmogorof

Uji Smirnov-Kolmogorov seringkali disebut sebagai uji kecocokan non-parametrik karena dalam proses pengujian tidak melibatkan penggunaan fungsi distribusi tertentu. Langkah-langkah prosedurnya adalah sebagai berikut:

- 1) Susun data dalam urutan dari yang terbesar ke yang terkecil atau sebaliknya, dan tentukan peluang tak terlampaui untuk setiap data menggunakan rumus:

$$P(x) = \frac{m}{n+1} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

M = Nomor urut kejadian.

n = Jumlah data.

Dengan ketentuan:

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3)$$

$$X = P(X_m)$$

- 2) Urutkan nilai dari masing-masing peluang teoritis yang berasal dari gambaran data yang dimiliki, menggunakan persamaan distribusinya:

Rumus:

Sebaran frekuensi kumulatif berdasarkan sampel

$$P'(x) = F(t) \dots \dots \dots (2.11)$$

Nilai unit variabel normal:

$$F(t) = \frac{X_i - X_{rt}}{s} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana:

X_i = Curah hujan ke- i

X_{rt} = Curah hujan rata-rata Dengan ketentuan:

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3)$$

$$X_m = P(X_m)$$

- 3) Hitung selisih persebaran antara peluang pengamatan dan peluang teoritis.

Rumus:

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

- 4) Tentukan nilai D_0 berdasarkan tabel nilai kritis.

Tabel 2. 7 Nilai Kritis D_0 untuk 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> N0,5	<u>1,14</u> N0,5	<u>1,22</u> N0,5	<u>1,36</u> N0,5	<u>1,63</u> N0,5

(Sumber: Bonnier, 1980 dalam Soewarno, 1995)

2.4.3 Debit Banjir Rencana

Menurut Lukman (2018), evaluasi debit yang direncanakan untuk saluran drainase di kawasan perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional. Proses analisis penampang drainase melibatkan perhitungan luas basah dan keliling basah penampang di dalam saluran drainase, dengan volume

penampang dianalisis menggunakan persamaan manning. Langkah berikutnya adalah menghitung debit yang mengalir dalam saluran. Standar desain saluran drainase berdasarkan Pedoman Drainase Perkotaan dan Standar Desain Teknis dapat ditemukan dalam tabel yang disajikan.

Tabel 2. 8 Standar Desain 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

Metode Rasional adalah salah satu pendekatan yang digunakan untuk menghitung debit aliran permukaan yang timbul akibat curah hujan, dan metode ini sering menjadi dasar dalam perencanaan debit saluran drainase. Asumsi lain dari Metode Rasional adalah bahwa debit maksimum terjadi ketika durasi curah hujan sama dengan waktu konsentrasi daerah aliran. Menghitung debit dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana:

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

A = Luas daerah aliran sungai (km^2)

C = Koefisien aliran limpasan permukaan

I = Intensitas hujan berdurasi sama dengan waktu konsentrasi banjir

2.5 Hidrolika

Hidrolika merupakan ilmu terapan dan teknik terapan yang berhubungan dengan sifat mekanik fluida dan mempelajari perilaku aliran mikro dan makro air. Pembahasan hidrolika mencakup beberapa aspek sains dan disiplin keteknikan,serta mencakup

beberapa konsep seperti aliran tertutup (pipa), desain bendungan, pompa, turbin, tenaga air, perhitungan dinamika fluida, pengukuran aliran dan perilaku aliran di saluran terbuka seperti sungai.

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

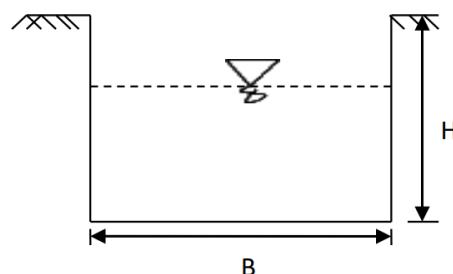
Drainase bisa berbentuk terbuka atau tertutup di bagian atasnya. Saluran yang ditutup di bagian atas disebut sebagai saluran tertutup, sementara yang terbuka di bagian atas disebut sebagai saluran terbuka. Contoh saluran terbuka meliputi sungai, saluran irigasi, dan selokan, sedangkan saluran tertutup dapat berupa terowongan, pipa, atau gorong-gorong (Suripin, 2004).

2.5.1 Penampang Saluran

Menurut (Suita & Simorangkir, 2018), penampang saluran perlu direncanakan untuk mendapatkan penampang yang ideal dan efisien dalam penggunaan lahan. Penggunaan lahan yang efisien berarti memperhatikan ketersediaan lahan yang ada.

1. Penampang persegi paling ekonomis

Dalam penampang melintang saluran yang berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman air h , luas penampang basah $A = B \times h$, dan keliling basahnya adalah P . Oleh karena itu, penampang persegi paling ekonomis akan tercapai jika kedalaman air setengah dari lebar dasar saluran atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalaman air.



Gambar 2. 4 Penampang Persegi Panjang

(Sumber: Suripin, 2004)

Untuk penampang persegi panjang paling ekonomis:

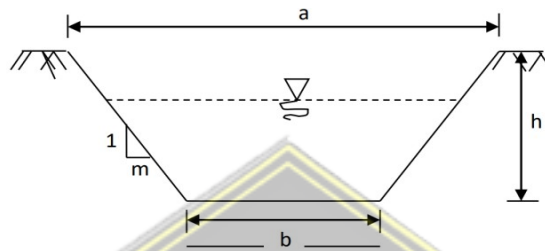
Luas Penampang $A = (b+mh)xh$

Keliling basah $P = b + 2h$

Jari – Jari hidrolik $R = \frac{A}{P}$

2. Penampang trapesium

Penampang melintang saluran, dengan lebar dasar b , kedalaman h , dan kemiringan dinding sejauh 1 m, dapat dijelaskan melalui rumus luas penampang melintang A dan keliling basah P sebagai berikut.



Gambar 2. 5 Penampang Saluran Trapesium
(Sumber: Suripin, 2004)

Untuk penampang trapesium paling ekonomis:

Luas Penampang $A = (b + mh) x h$

Keliling basah $P = b + 2h x \sqrt{1 + m^2}$

Jari-jari hidrolik $R = \frac{A}{P}$

2.5.2 Dimensi Saluran

Dimensi saluran harus dapat menampung debit rencana atau dengan kata lain debit yang mengalir melalui saluran (QS) harus setidaknya sama besar atau lebih besar daripada debit rencana (QT). Keterkaitan ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

$QS > QT$

Debit suatu penampang saluran (QS) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus seperti dibawah ini:

$QS = A x V \dots\dots\dots(2.14)$

Dimana:

$A =$ Luas penampang saluran (m)

$V =$ Kecepatan rata-rata aliran dalam saluran (m/det)

Kecepatan rata-rata aliran didalam saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus Manning sebagai berikut:

$$V = \left(\frac{1}{n} \right) \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (2.15)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana:

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)



2.6 EPA SWMM

Pemodelan pengaruh pembangunan dapat dianalisis menggunakan EPA SWMM (Environmental Protection Agency Storm Water Management Model (SWMM)). Program ini sudah banyak digunakan di banyak penelitian karena dapat menampilkan data terkait volume limpasan pada wilayah tersebut sehingga volume limpasan sebelum dan sesudah pembangunan dapat diketahui.

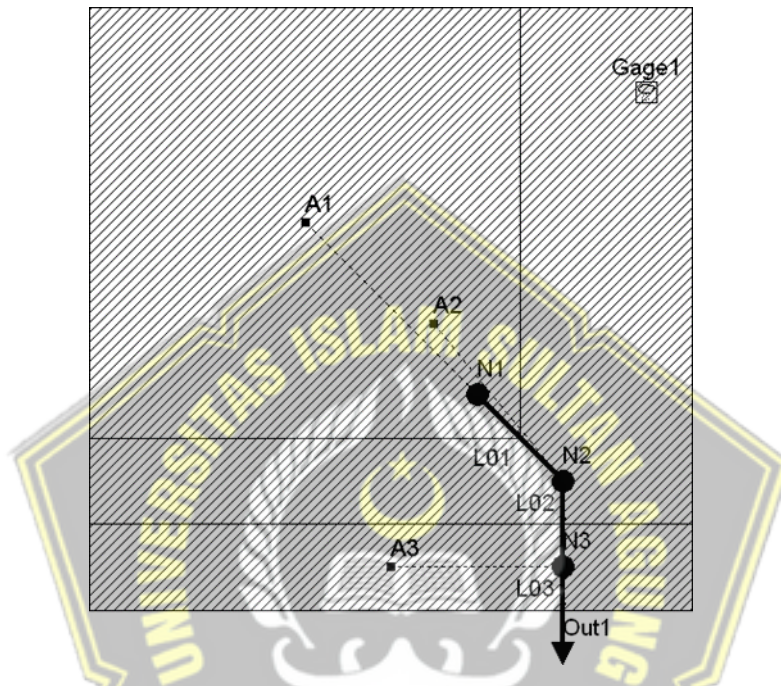
Pemodelan dalam EPA SWMM telah digunakan untuk analisis hidrolis kompleks masalah saluran pembuangan, manajemen jaringan drainase, dan studi tentang berbagai masalah polusi. Perencanaan dimensi jaringan pembuangan untuk pengendalian banjir serta perencanaan area penahanan sementara untuk pengendalian banjir dan pemetaan area genangan banjir dapat dianalisis dan disimulasikan menggunakan aplikasi model EPA SWMM. Model ini dapat digunakan untuk menghitung berbagai proses hidrologi dengan mempertimbangkan limpasan dari perkotaan yaitu curah hujan dengan variasi waktu, penguapan permukaan air, akumulasi dan pencairan salju, curah hujan di daerah waduk, infiltrasi dari curah hujan yang masuk ke lapisan tanah yang tidak jenuh dengan air, perkolasi dan infiltrasi ke lapisan air tanah, aliran bawah antar air tanah, dan sistem drainase.

Komponen limpasan EPA SWMM berfungsi sebagai kumpulan daerah sub-tangkapan air yang menerima curah hujan dan menghasilkan limpasan dan polutan. Pipa, saluran, fasilitas penyimpanan atau pengolahan, pompa, lubang, bendung, dan outlet semuanya dapat digunakan untuk menyalurkan limpasan. Ini adalah model simulasi gelombang dinamis lengkap yang digunakan untuk mensimulasikan kuantitas dan kualitas limpasan dari wilayah metropolitan, baik untuk satu peristiwa atau selama periode yang panjang. Ini adalah alat yang menawarkan pengaturan untuk memvisualisasikan hasil simulasi hidrologi. Adapun cara penggunaan dari EPASWMM sebagai berikut:

2.6.1 Contoh area studi

Dalam tutorial ini kita akan memodelkan sistem drainase untuk daerah tangkapan air perkotaan seluas 1,96 hektar. Tata letak sistem ditunjukkan pada Gambar 1. Daerah ini akan dibagi menjadi tiga sub-catchments, A1, A2 dan A3. Jaringan ini terdiri dari saluran pembuangan badai L01 melalui L03, dan persimpangan saluran N1, N2 dan N3, di mana aliran dari sub-tangkapan A1, A2

dan A3 memasuki sistem . Sistem dibuang ke saluran terbuka pada titik berlabel Out1. Pertama-tama kita akan melalui langkah-langkah membuat objek yang ditunjukkan dalam diagram ini pada peta area studi SWMM dan mengatur berbagai properti dari objek-objek ini. Kemudian kami akan mensimulasikan respons kuantitas air (kualitas tidak termasuk) terhadap peristiwa curah hujan 235 mm, 2 jam

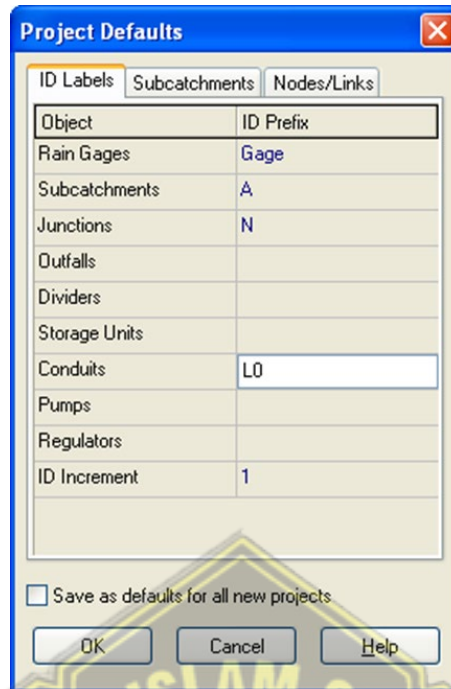


Gambar 2. 6 Contoh area studi.

2.6.2 Penyiapan Proyek

Tugas pertama kita adalah membuat proyek SWMM baru dan memastikan bahwa opsi default tertentu dipilih. Menggunakan default ini akan menyederhanakan tugas entri data nantinya.

1. Luncurkan EPA SWMM jika belum berjalan dan pilih File >> Baru dari bilah Menu Utama untuk membuat proyek baru
2. Pilih Project >> Defaults untuk membuka dialog Project Defaults.
3. Pada halaman Label ID dialog, atur Awalan ID seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 Ini akan membuat SWMM secara otomatis memberi label objek baru dengan angka berurutan mengikuti awalan yang ditentukan



Gambar 2. 7 Pelabelan ID default untuk contoh tutorial

4. Pada halaman Subcatchments pada dialog, tetapkan nilai default berikut:

% Slope	2
N-Imperv.	0.01
N-Perv.	0.10
Dstore-Imperv.	0.05
Dstore-Perv	0.05
%Zero-Imperv.	25
Infil. Model	<click to edit>
- Method	Curve Number

5. Pada halaman Node/Link, atur **Flow Units** ke **CMS**.
6. Klik OK untuk menerima pilihan ini dan menutup dialog. Jika Anda ingin menyimpan pilihan ini untuk semua proyek baru di masa mendatang, Anda dapat mencentang kotak Simpan di bagian bawah formulir sebelum menerimanya.

Selanjutnya kita akan mengatur beberapa opsi tampilan peta sehingga label dan simbol ID akan ditampilkan saat kita menambahkan objek ke peta area studi, dan tautan akan memiliki panah arah.

1. Pilih Tools>> Map Display Options untuk memunculkan dialog Map Options (lihat Gambar 3).
2. Pilih halaman Subcatchments, atur Fill Style ke Diagonal dan Symbol Size ke 5.
3. Kemudian pilih halaman Nodes dan atur Node Size ke 5.
4. Pilih halaman Anotasi dan centang kotak yang akan menampilkan label ID untuk Subcatchments, Nodes, dan Links. Biarkan yang lain tidak dicentang.
5. Terakhir, pilih halaman Flow Arrows, pilih gaya panah Terisi, dan atur ukuran panah ke 7.
6. Klik baik tombol untuk menerima pilihan ini dan menutup dialog.






Gambar 2. 8 Dialog Opsi Peta.

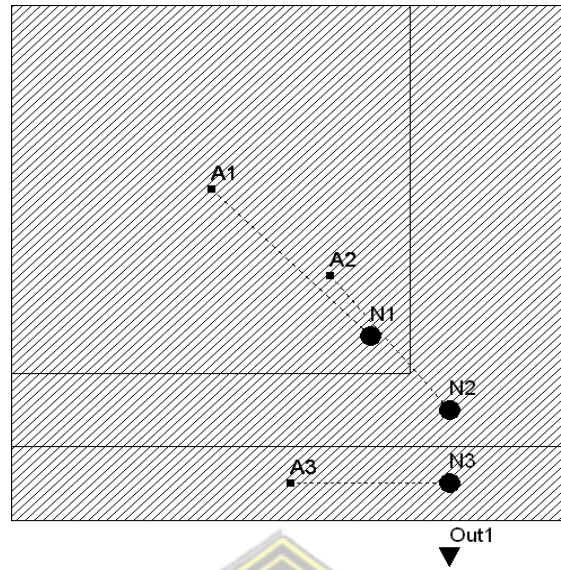
Sebelum membuat objek jaringan, penting untuk memilih unit yang tepat. Ini dapat dilakukan dengan memilih unit aliran yang tepat Terakhir, lihat di bilah status di bagian bawah jendela utama dan periksa apakah fitur **Panjang Otomatis** mati dan periksa kembali apakah unit Anda **adalah CMS**.

2.6.3 Menggambar Objek


Kami sekarang siap untuk mulai menambahkan komponen ke Peta Area Studi. Kita akan mulai dengan subcatchments.

1. Mulailah dengan mengklik tombol  pada Toolbar Objek. (Jika toolbar tidak terlihat maka pilih **Melihat >> toolbar >> objek**). Perhatikan bagaimana kursor mouse berubah bentuk menjadi pensil.
 2. Gerakkan mouse ke lokasi peta dimana salah satu sudut subcatchment *A1* kebohongan dan klik kiri mouse.
 3. Lakukan hal yang sama untuk tiga sudut berikutnya dan kemudian klik kanan mouse (atau tekan tombol **Enter**) untuk menutup persegi panjang yang mewakili subcatchment A1. Anda dapat menekan tombol **Esc** jika Anda ingin membatalkan subcatchment yang ditarik sebagian dan memulai dari awal lagi. Jangan khawatir jika bentuk atau posisi objek kurang tepat. Kami akan kembali lagi nanti dan menunjukkan cara memperbaikinya.
 4. Ulangi proses ini untuk subcatchments A2 dan A3. Amati bagaimana label ID berurutan dihasilkan secara otomatis saat kami menambahkan objek ke peta.
- Selanjutnya kita akan menambahkan node persimpangan dan node outfall yang terdiri dari bagian dari jaringan drainase.


1. Untuk mulai menambahkan persimpangan, klik ikon  pada Toolbar Objek.
2. Gerakkan mouse ke posisi persimpangan N1 dan klik kiri. Lakukan hal yang sama untuk persimpangan N2 dan N4.
3. Untuk menambahkan node outfall, klik tombol pada  Object Toolbar, gerakkan mouse ke lokasi outfall di peta, dan klik kiri. Perhatikan bagaimana outfall secara otomatis diberi nama Out1. Pada titik ini peta Anda akan terlihat seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.9.






Gambar 2. 9 Subcatchments dan node, misalnya area studi.

4. Sekarang kita akan menambahkan saluran pembuangan badai yang menghubungkan simpul sistem drainase kita satu sama lain. Kita akan mulai dengan saluran L01, yang menghubungkan persimpangan N1 ke N2.
5. Klik tombol  pada Toolbar Objek. Cursor mouse berubah bentuk menjadi crosshair.
6. Klik mouse di persimpangan N1. Perhatikan bagaimana cursor mouse berubah bentuk menjadi pensil.
7. Gerakkan mouse ke persimpangan N2 (perhatikan bagaimana garis besar saluran digambar saat Anda menggerakkan mouse) dan klik kiri untuk membuat saluran. Anda bisa membatalkan operasi dengan mengklik kanan atau dengan menekan tombol <Esc>.
8. Ulangi prosedur ini untuk saluran L02 dan L03.

Meskipun semua saluran kami digambar sebagai garis lurus, dimungkinkan untuk menggambar tautan melengkung dengan mengklik kiri pada titik tengah di mana arah tautan berubah sebelum mengklik simpul akhir. Untuk menyelesaikan pembangunan skema area studi kami, kami perlu menambahkan pengukur hujan.

1. Klik tombol  Rain Gage pada Object Toolbar
2. Gerakkan mouse ke atas Peta Area Studi ke tempat pengukur harus berada dan klik kiri mouse


Pada titik ini kita telah selesai menggambar contoh area studi. Sistem Anda akan terlihat seperti pada Gambar 1. Jika pengukur hujan, subcatchment atau node berada di luar posisi, Anda dapat memindahkannya dengan melakukan hal berikut:

1. Jika  tombol belum ditekan, klik untuk menempatkan peta dalam mode Pemilihan Objek.
2. Klik pada objek yang akan dipindahkan.
3. Seret objek dengan tombol kiri mouse ditekan ke posisi barunya. Untuk membentuk kembali garis besar subcatchment:
4. Dengan peta dalam mode Pemilihan Objek, klik pada sentroid subcatchment (ditunjukkan oleh kotak padat di dalam subcatchment) untuk memilihnya.
5. Kemudian klik tombol  pada Map Toolbar untuk menempatkan peta ke mode Vertex Selection.
6. Pilih titik simpul pada garis subcatchment dengan mengkliknya (perhatikan bagaimana titik yang dipilih ditunjukkan oleh kotak padat yang diisi).
7. Seret simpul ke posisi barunya dengan tombol kiri mouse ditekan.
8. Jika perlu, simpul dapat ditambahkan atau dihapus dari garis besar dengan mengklik kanan mouse dan memilih opsi yang sesuai dari menu popup yang muncul.
9. Setelah selesai, klik  tombol untuk kembali ke mode Pemilihan Objek. Prosedur yang sama ini juga dapat digunakan untuk membentuk kembali tautan.

2.6.4 Menggambar Objek

Karena objek visual ditambahkan ke proyek kami, SWMM memberi mereka satu set properti default. Untuk mengubah nilai properti tertentu untuk suatu objek, kita harus memilih objek tersebut ke dalam Editor Properti (lihat Gambar 5). Ada beberapa cara berbeda untuk melakukan ini. Jika Editor sudah terlihat, maka Anda cukup mengklik objek atau memilihnya dari halaman Data Panel

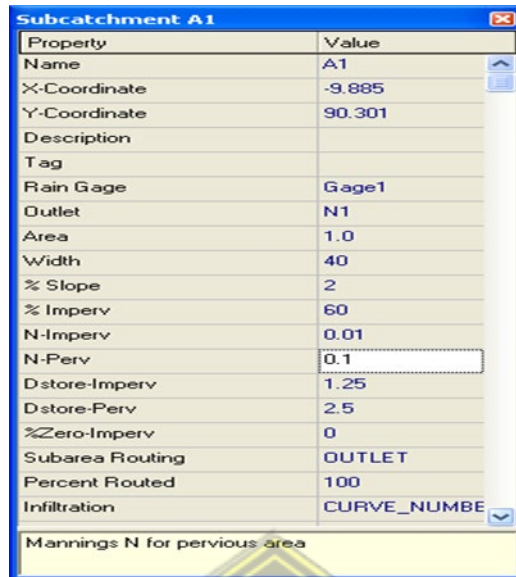
Browser di jendela utama. Jika Editor tidak terlihat, Anda dapat membuatnya muncul dengan salah satu tindakan berikut:

- klik dua kali objek pada peta,
- atau klik kanan pada objek dan pilih Properti dari menu pop-up yang muncul, atau pilih objek dari halaman Data panel Browser lalu klik Browser  kancing

Setiap kali Editor Properti memiliki fokus, Anda dapat menekan tombol F1 untuk mendapatkan deskripsi yang lebih rinci tentang properti yang terdaftar.

Dua sifat utama dari subcatchment kami yang perlu diatur adalah pengukur hujan yang memasok data curah hujan ke subcatchment dan simpul sistem drainase yang menerima limpasan dari subcatchment. Karena semua subcatchment kita menggunakan gage hujan yang sama, Gage1, kita dapat menggunakan metode shortcut untuk mengatur properti ini untuk semua subcatchments sekaligus:

1. Dari menu utama, pilih Edit >>Pilih Semua
2. Kemudian pilih **Edit >> Group Edit** untuk membuat dialog Group Editor muncul (lihat Gambar 6).
3. Pilih Subcatchment sebagai jenis objek yang akan diedit, Rain Gage sebagai properti yang akan diedit, dan ketik *Gage1* sebagai nilai baru
4. Klik **OK** untuk mengubah pengukur hujan dari semua subcatchments ke *Gage 1*. Dialog konfirmasi akan muncul dengan mencatat bahwa 3 subcatchment telah berubah. Pilih "**Tidak**" ketika diminta untuk melanjutkan pengeditan



Gambar 2. 10 Jendela Editor Properti.

Karena node outlet bervariasi menurut subcatchment, kita harus mengaturnya secara individual sebagai berikut:

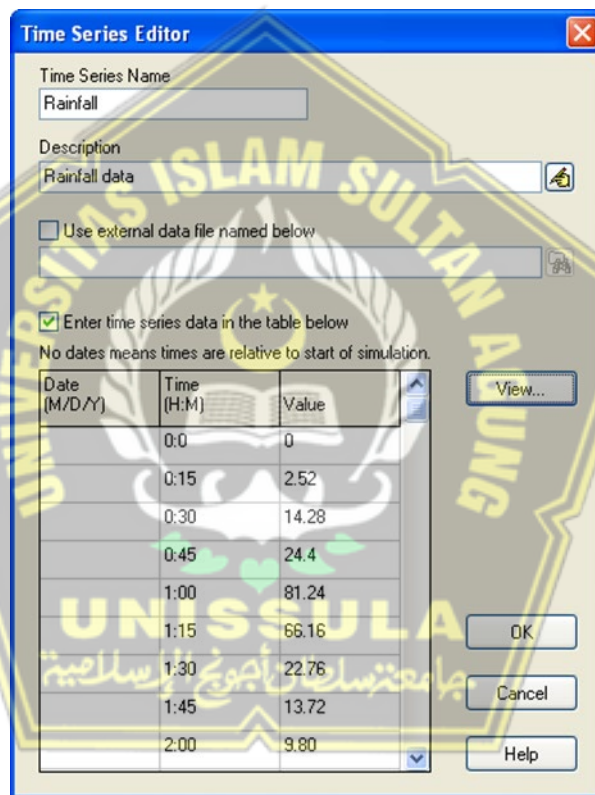
1. Klik dua kali pada subcatchment A1 atau pilih dari Browser Data dan klik tombol Browser untuk membuka Editor Properti.
2. Ketik N1 di bidang Outlet dan tekan Enter. Perhatikan bagaimana garis putus-putus ditarik antara subcatchment dan node.
3. Klik pada subcatchment A2 dan masukkan N2 sebagai Outlet-nya.
4. Klik pada subcatchment N3 dan masukkan N3 sebagai Outlet-nya.
5. Similarly set the area, percent imperviousness and width as shown below.



Gambar 2. 11 Dialog Editor Grup.

Name	Outlet	Area	Pcnt. Imperv	Width	Curve No.
A1	N1	1.0	60	40	81
A2	N2	0.68	75	20	81
A3	N3	0.28	90	20	83

Persimpangan dan pembuangan sistem drainase kita harus memiliki ketinggian terbalik yang ditetapkan untuknya. Seperti yang kita lakukan dengan subcatchments, pilih setiap persimpangan secara individual ke Editor Properti dan atur Invert Elevation ke nilai yang ditunjukkan di bawah ini.



Gambar 2. 12 Dialog Editor Deret Waktu.

Setelah menyelesaikan desain awal proyek contoh kami, adalah ide yang baik untuk memberinya judul dan menyimpan pekerjaan kami ke file pada saat ini.

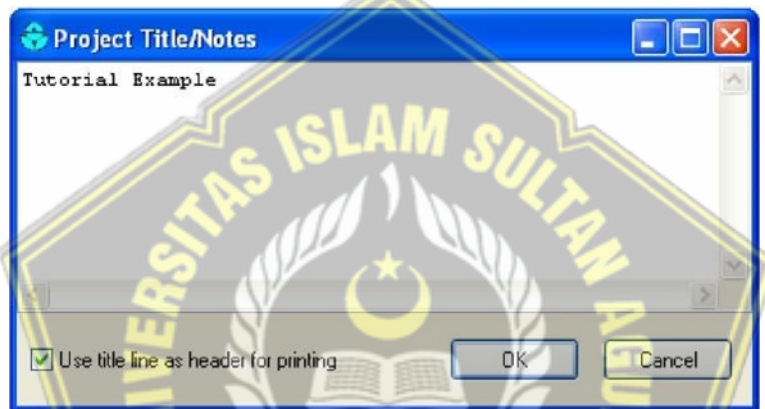
Untuk melakukan ini:

1. Pilih ikon *Judul/Catatan* dari Browser Data dan klik kancing.
2. Pada dialog Project Title/Notes yang muncul (lihat Gambar 8), masukkan "Contoh Tutorial" sebagai judul proyek kita dan klik tombol **OK** untuk menutup

dialog.

3. Dari menu **File**, pilih opsi **Save As**.
4. Dalam dialog Simpan Sebagai yang muncul, pilih folder dan nama file untuk menyimpan proyek ini. Kami menyarankan penamaan file **tutorial.inp**. (Ekstensi .inp akan ditambahkan ke nama file jika tidak disediakan.)
5. Klik **Simpan** untuk menyimpan proyek ke file.


Data proyek disimpan ke file dalam format teks yang dapat dibaca. Anda dapat melihat seperti apa file tersebut dengan memilih **Project >> Details** dari menu utama. Untuk membuka proyek kami di lain waktu, Anda akan memilih perintah **Buka** dari menu **File**.

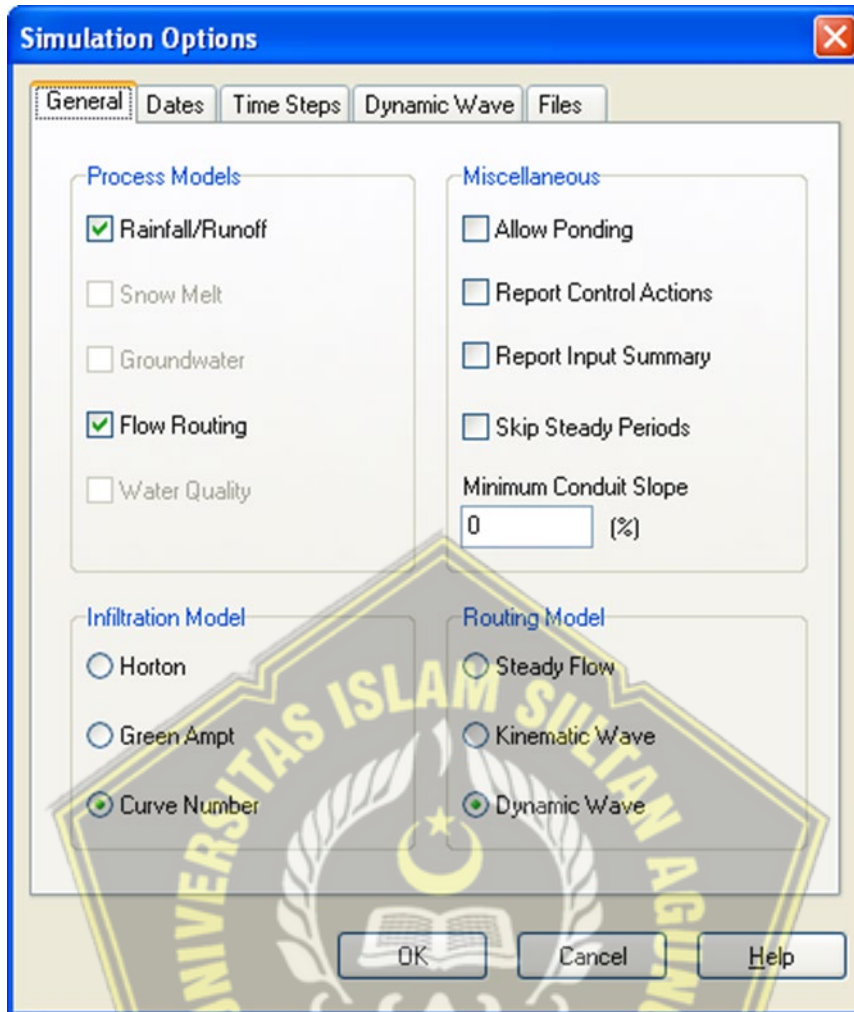


Gambar 2. 13 Editor Judul/Catatan.

2.6.5 Menjalankan Simulasi


Mengatur Opsi Simulasi Sebelum menganalisis kinerja sistem drainase contoh kami, kami perlu menetapkan beberapa opsi yang menentukan bagaimana analisis akan dilakukan. Untuk melakukan ini:

1. Dari Browser Data, pilih kategori Opsi dan klik  kancing.
2. Pada halaman Umum dialog Opsi Simulasi yang muncul (lihat Gambar 9), pilih Gelombang Dinamis sebagai metode perutean aliran.
3. Pada halaman Tanggal dialog, atur waktu Analisis Akhir ke 03:00:00.
4. Pada halaman Langkah Waktu, atur Langkah Waktu Perutean ke 1 detik.
5. Atur waktu Pelaporan menjadi 5 menit dan interval perhitungan Cuaca basah dan Limpasan Cuaca Kering masing-masing menjadi 1 menit.
6. Klik **OK** untuk menutup dialog Opsi Simulasi.



Gambar 2. 14 Dialog Opsi Simulasi

2.6.6 Menjalankan Simulasi

Kami sekarang siap untuk menjalankan simulasi. Untuk melakukannya, pilih **Project >> Run Simulation** (atau klik Tombol ). Jika ada masalah dengan simulasi, Laporan Status akan muncul menjelaskan kesalahan apa yang terjadi.

2.6.7 Melihat Laporan Status

Laporan Status berisi informasi ringkasan yang berguna tentang hasil simulasi yang dijalankan. Untuk melihat laporan, pilih **Laporkan Status >>**.

- Perhatikan bahwa kesalahan kontinuitas untuk limpasan permukaan dan perutean saluran kecil (biasanya <math><1\%</math>).
- Dari 235mm hujan yang jatuh di daerah penelitian, 15mm menyusup ke


tanah dan pada dasarnya sisanya menjadi limpasan.

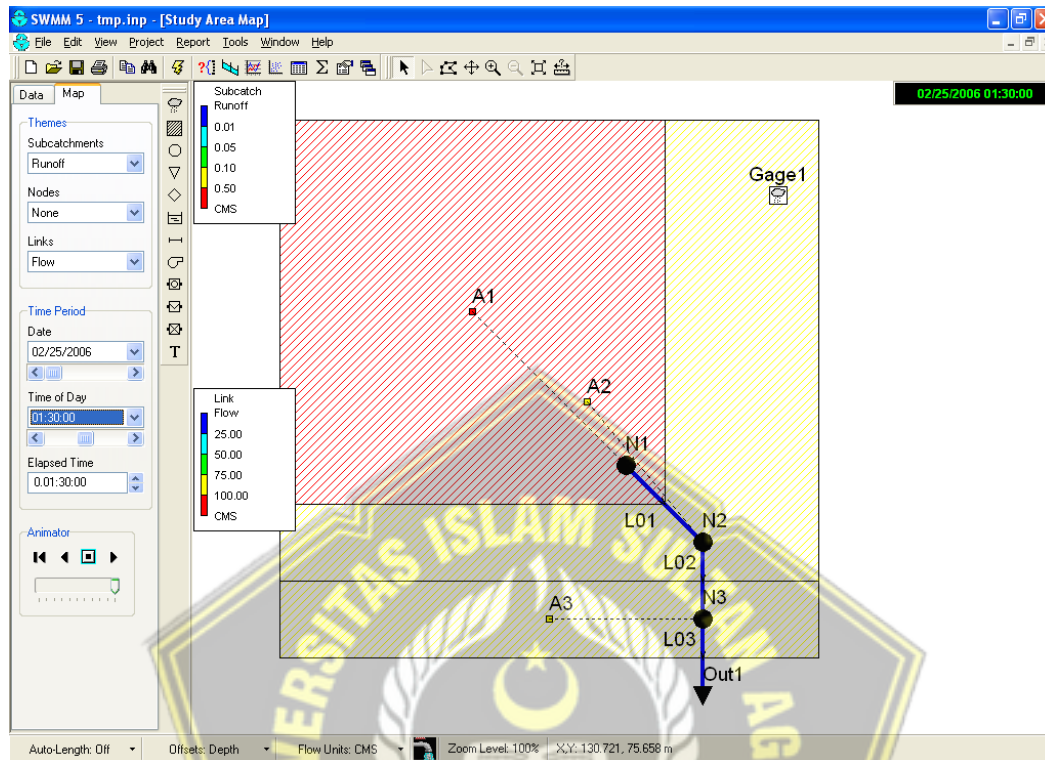
- Tabel Ringkasan Banjir Node menunjukkan ada banjir internal dalam sistem di node *NI*.
- Tabel Conduit Surcharge Summary menunjukkan bahwa Conduit *L01*, dikenakan biaya tambahan dan oleh karena itu tampaknya berukuran terlalu kecil.

2.6.8 Melihat hasil di peta

Hasil simulasi (serta beberapa parameter desain, seperti area subcatchment, elevasi terbalik node, dan kedalaman maksimum tautan) dapat dilihat dengan cara kode warna pada peta area studi. Untuk melihat variabel tertentu dengan cara ini:

1. Pilih halaman Peta panel Browser.
2. Pilih variabel yang akan dilihat untuk Subcatchments, Nodes, dan Links dari kotak kombo dropdown yang muncul di panel Themes. Pada Gambar 11, limpasan subcatchment dan aliran tautan telah dipilih untuk dilihat.
3. Kode warna yang digunakan untuk variabel tertentu ditampilkan dengan legenda pada peta area studi. Untuk mengubah tampilan legenda, pilih **Lihat >> Legenda**.
4. Untuk memindahkan legenda ke lokasi lain, seret legenda dengan tombol kiri mouse ditekan.
5. Untuk mengubah kode warna dan nilai titik henti sementara untuk warna yang berbeda, pilih **Lihat >> Legenda >> Ubah** dan kemudian kelas objek terkait (atau jika legenda sudah terlihat, cukup klik kanan padanya). Untuk melihat nilai numerik untuk variabel yang ditampilkan di peta, pilih **Alat >> Opsi Tampilan Peta** lalu pilih halaman Anotasi dari dialog Opsi Peta. Gunakan kotak centang untuk Nilai Subcatchment, Nilai Simpul, dan Nilai Link untuk menentukan jenis anotasi yang akan ditambahkan.
6. Kontrol Tanggal / Waktu Hari / Waktu yang Berlalu pada Browser Peta dapat digunakan untuk bergerak melalui hasil simulasi dalam waktu. Gambar 11 menggambarkan hasil pada 1 jam dan 30 menit ke dalam simulasi.
7. Anda dapat menggunakan kontrol di panel Animator pada Browser Peta


(lihat Gambar 11) untuk menganimasikan tampilan peta sepanjang waktu. Misalnya, menekan  tombol akan menjalankan animasi maju tepat waktu.



Gambar 2. 15 Contoh melihat hasil kode warna pada Peta Wilayah Studi.

2.6.9 Melihat Plot Time Series

Untuk menghasilkan plot deret waktu dari hasil simulasi:

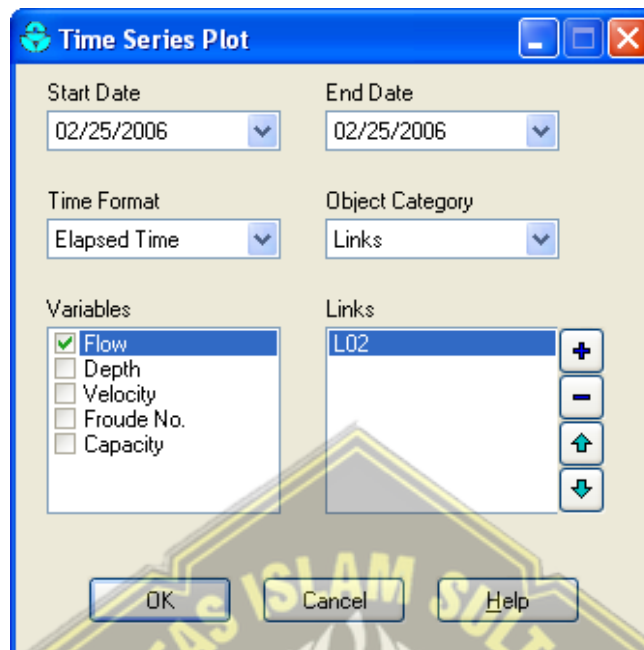
1. Pilih **Report >> Graph >> Time Series** atau cukup klik  pada Standard Toolbar.
2. Dialog Plot Deret Waktu akan muncul. Ini digunakan untuk memilih objek dan variabel yang akan diplot.

Sebagai contoh kami, dialog Time Series Plot dapat digunakan untuk membuat grafik aliran dalam saluran *L01* dan

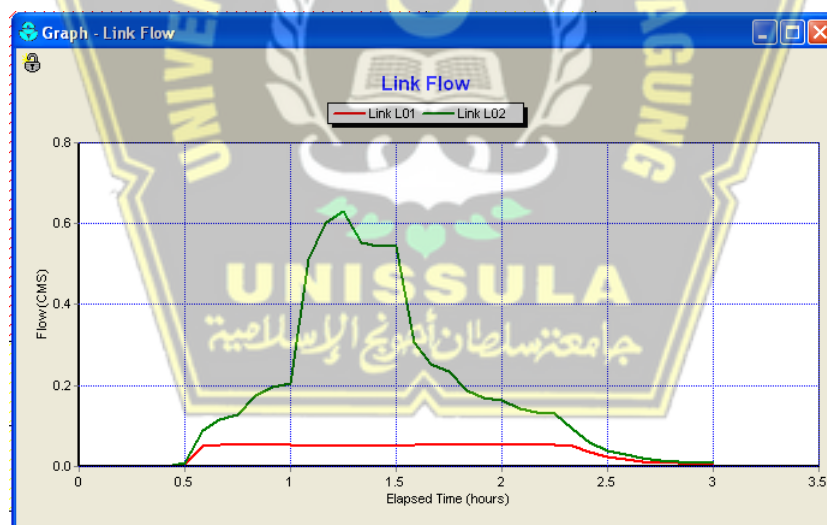
L02 sebagai berikut (lihat Gambar 12):

1. Pilih Link sebagai kategori objek.
2. Pilih Flow sebagai Variabel untuk plot.
3. Klik conduit *L01* (baik di peta atau di Browser Data) lalu klik
4. Tekan **OK** untuk membuat plot, yang akan terlihat seperti grafik pada Gambar

13 dalam dialog untuk menambahkannya ke daftar link yang diplot. Lakukan hal yang sama untuk saluran *L02*.




Gambar 2. 16 Dialog Plot Deret Waktu.





Gambar 2. 17 Plot deret waktu hasil dari simulasi awal berjalan.

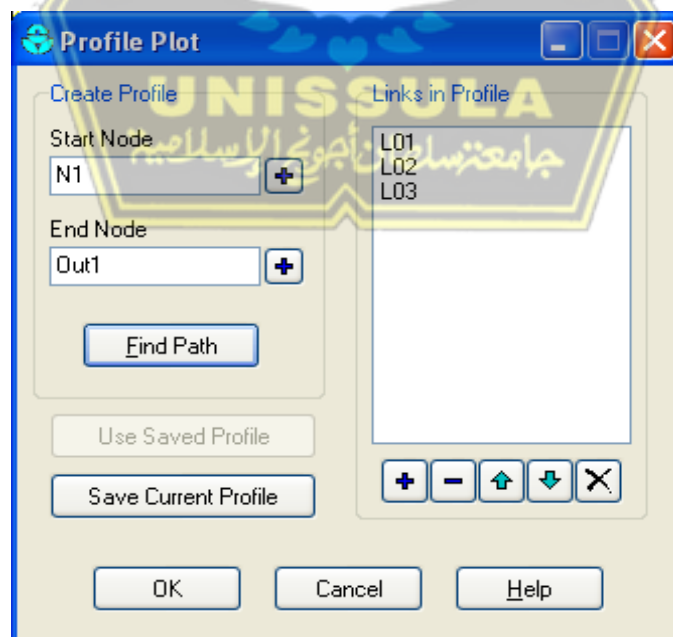
Setelah plot dibuat, Anda dapat:

- sesuaikan tampilannya dengan memilih **Laporkan** >> **Sesuaikan** atau klik kanan pada plot,
- salin ke clipboard dan tempelkan ke aplikasi lain dengan memilih **Edit** >> **Salin Ke** atau klik  pada Toolbar Standar

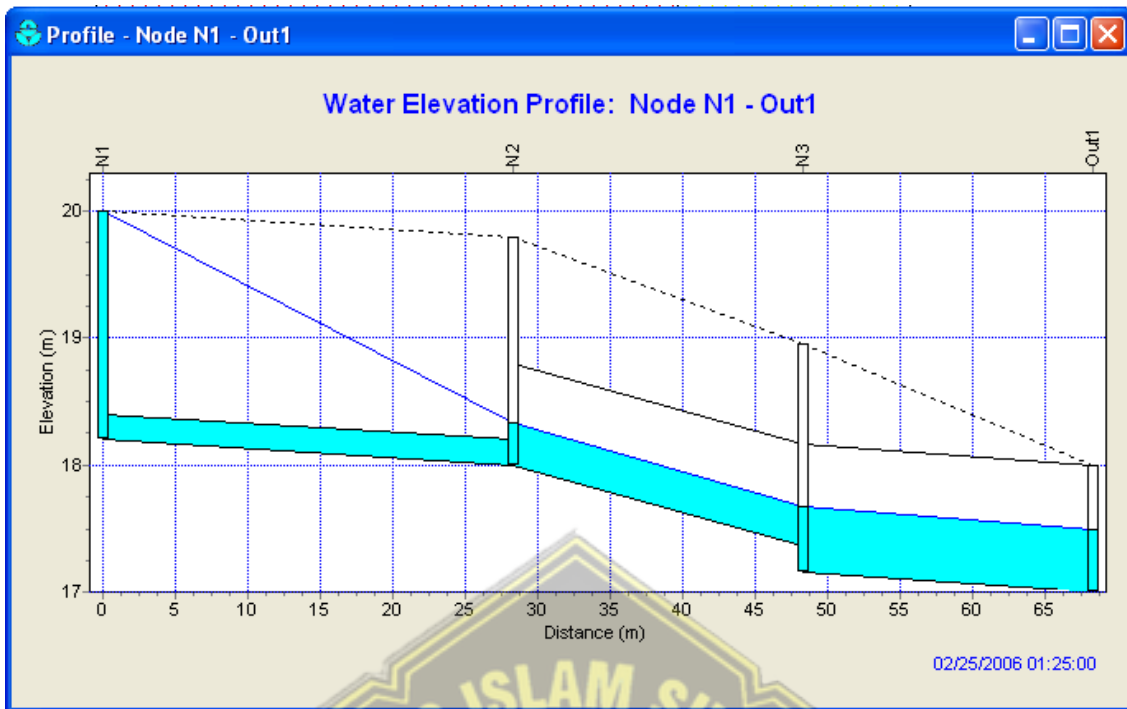
- cetak dengan memilih **File >> Cetak** atau **File >> Pratinjau Cetak** (gunakan **File >> Page Setup** terlebih dahulu untuk mengatur margin, orientasi, dll.).
- Melihat Plot Profil.

SWMM dapat menghasilkan plot profil yang menunjukkan bagaimana kedalaman permukaan air bervariasi di seluruh jalur node dan tautan yang terhubung. Mari kita buat plot seperti itu untuk saluran yang menghubungkan persimpangan *N1* ke Outfall *Out1* dari contoh sistem drainase kita. Untuk melakukan ini:

1. Pilih **Report >> Graph >> Profile** atau cukup klik  pada Standard Toolbar.
2. Masukkan *N1* di bidang Simpul Mulai dari dialog Plot Profil yang muncul (lihat Gambar 14) atau pilih di peta atau dari Browser Data dan klik tombol  di sebelah bidang.
3. Lakukan hal yang sama untuk node *Out1* di bidang End Node dialog.
4. Klik tombol **Temukan Jalur**. Daftar tautan yang diurutkan yang membentuk jalur terhubung antara node Mulai dan Akhir yang ditentukan akan ditampilkan di kotak Tautan di Profil. Anda dapat mengedit entri dalam kotak ini jika perlu.
5. Klik tombol **OK** untuk membuat plot, menunjukkan profil permukaan air seperti yang ada pada waktu simulasi yang saat ini dipilih di Browser Peta (lihat Gambar 15).



Gambar 2. 18 Dialog Plot Profil.



Gambar 2. 19 Contoh plot profil.

Saat bergerak melalui waktu menggunakan Browser Peta atau dengan kontrol Animator, profil kedalaman air pada plot akan diperbarui.

2.6.10 Opsional: Mengubah ukuran jaringan.

1. Silakan ubah ukuran saluran LO1 sehingga tidak ada banjir di Node N1 dan saluran tidak dikenakan biaya tambahan. Berapa ukuran pipa yang memenuhi kondisi ini.
2. Karena perubahan penggunaan lahan di masa depan, diantisipasi bahwa DAS A1 akan menjadi lebih tahan di masa depan. Perubahan yang dihasilkan diperkirakan
 - a) Fraksi kedap akan meningkat menjadi 85%
 - b) Angka kurva akan berubah menjadi 94

Terapkan perubahan ini dalam model Anda dan periksa apakah sistem drainase yang ada dapat menangani situasi di masa depan.

No	Judul	Penelitian dan Tahun	Tujuan	Metode	Hasil
1	Kolam Retensi Sebagai Upaya Pengendalian Banir pada Daerah Aliran Sungai Batang Pangian	Syofyan. Z (2022)	Menganalisis aliran sungai di Kabupaten Dharmasraya, Menghitung Volume Kolan Retensi, Mengembangkan Kolam Retensi dimasa yang akan datang	Penentuan daerah banjir menggunakan ArcGIS 10.3, Penentuan SubDAS menggunakan ArcSWAT	Untuk kolam retensi di wilayah DAS Batang Pangian diperlukan volume sebesar 35.620 m3 untuk efikasi >75% dan memerlukan waktu 1,63 jam untuk mencapai volume maksimal. Masih banyak lahan yang dapat digunakan di DAS Batang Pangian untuk perencanaan kolam retensi, sehingga kedepannya dapat digunakan untuk pengembangan kolam retensi, asalkan kapasitasnya satu. Retensi yang tidak memadai

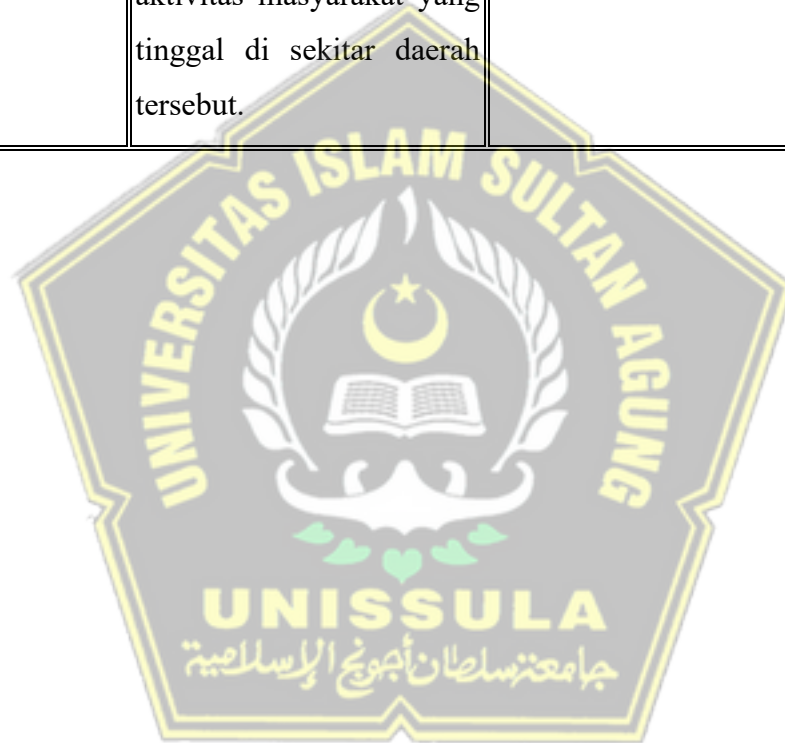
2	<p>Analisis Volume Tampungan Kolam Retensi DAS Deli Sebagai Salah Satu Upaya Pengendalian Banjir Kota Medan</p>	<p>Asril Zevri (2017)</p>	<p>Menghitung curah hujan harian. Menganalisis hujan tahunan. Menghitung volume kolam retensi.</p>	<p>Analisa Curah Hujan harian Rata – Rata Kawasan. Uji Distribusi Curah Hujan Kala Ulang</p>	<p>berdasarkan data curah hujan harian tertinggi, penggunaan lahan, dan fitur profil diketahui, terdapat peluang banjir pada debit kapasitas penampang sungai pada peringatan 100 tahun DAS Deli-Titi Kuning. Debit banjir berulang: $Q_{100} = 548,66$ m³/detik untuk DAS Deli-Titi Kuning 100 tahun; $Q_{kapasitas} = 160$ m³/detik untuk penampang kapasitas debit sungai; Hal ini menghasilkan debit kolam retensi sebesar 388,66 m³/detik, dengan periode puncak banjir kembali ke waktu yang ditentukan.</p> <p>biasanya berlangsung dalam 6,13 jam. Potensi kapasitas tampung</p>
---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

					kolam retensi adalah 8.600.000 m ³ , sehingga rencana dimensi kolam retensi memerlukan lahan seluas 215 Ha dengan kedalaman rata-rata 4 meter.
3	Perencanaan Kolam Retensi Untuk Mengatasi Banjir Di Kecamatan Oebobo Kota Kupang	I Made Udiana, Ruslan Ramang, Partogi H. Simatupang, Rosmiyati A. Bella (2020)	Menghitung besarnya debit banjir maksimum dari intensitas curah hujan (QICH) dengan menggunakan Rumus Rasional. Menghitung besarnya debit air kotor (QAK). Menghitung besarnya debit rencana akibat debit intensitas curah hujan dan debit air kotor ($QR = QICH + QAK$). Menghitung	Menghitung curah hujan merata daerah dengan menggunakan Metode Rata-Rata Aljabar. Menghitung curah hujan rencana dengan berbagai kala ulang menggunakan Metode Gumbel Tipe I dan Log Pearson Tipe III. c. Melakukan pengujian terhadap perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan Uji	Besarnya debit rencana total ($QR = QICH + QAK$) sebesar 6,391 m ³ /dtk, yang didapat dari total debit rencana akibat intensitas curah hujan (QICH) sebesar 6,062 m ³ /dtk dan diperoleh debit rencana akibat air kotor penduduk (QAK) sebesar 0,329 m ³ /dtk. Besarnya debit saluran lama/eksisting (QS) diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan, dimana diperoleh

			besarnya debit saluran lama/eksisting (QS = A.V). Membuat perbandingan QR dengan QS.	Kecocokan Chi-kuadrat dan Smirnov- Kolmogorov.	debit total yang terjadi sebesar 6,070 m ³ /dtk
4	Perhitungan Volume Kolam Retensi Muktiharjo Kidul Semarang Berdasarkan Data Curah Hujan Harian Maksimum Kawasan kali Tenggang	Yohanes Sandy Setiadi, Wisnu Suharto, Diah Setiati (2021)	Untuk mengantisipasi banjir di perumahan tlogosari sekitarnya, maka dikembangkan suatu sistem drainase berupa Kolam Retensi atau Embung	Metode Gembul dan Log Pearson III	Dari perhitungan diatas maka ditarik kesimpulan untuk merencanakan kapasitas kolam retensi berdasarkan data Curah Hujan Maksimum daerah sungai Tenggang harus di bangun kolam retensi yang dapat menampung debit air minimal 189.438 m ³

5	Analisis Perencanaan Lahan Kolam Retensi Di Kelurahan Tipes Kota Surakarta	Nicky Lauda Jalu Pradana, Siti Qomariyah, Suyanto (2017)	Menghitung dan menganalisis hujan rata-rata maksimum	Metode Deskriptif Kuantitatif	Intensitas hujan harian yang terjadi di DAS Kali Premulung dengan kala ulang 10 tahunan sebesar 16,536 mm/jam lihat pada tabel 4.22. Hasil perhitungan debit banjir rencana pada kala ulang 10 tahunan yang terjadi di lokasi perencanaan dengan nilai koefisien aliran DAS Kali Premulung (C) 0,3797 sebesar 120,866 m ³ /detik. adalah 6.000 m ² dan luas lahan untuk kantor pengelolaan adalah 1.900 m ²
6.	Analisis Sistem Drainase di Kecamatan Magetan Bagian 5 Utara, Kabupaten Magetan.	Suprpto (2018)	Untuk melakukan penanganan genangan di area penelitian. Pemilihan lokasi dilakukan karena ketika memasuki musim	Menggunakan data primer dan sekunder, yang kemudian akan dilakukan analisis saluran dan kapasitas saluran drainase	membuktikan bahwa software SWMM ini dapat menampilkan lima saluran yang tidak mampu menampung debit hujan yang terjadi pada saluran drainase di

			<p>penghujan kawasan ini selalu terjadi genangan yang menghambat aktivitas masyarakat yang tinggal di sekitar daerah tersebut.</p>	<p>menggunakan bantuan software SWMM</p>	<p>kawasan tersebut. Selain itu software SWMM juga dapat melakukan pemodelan saluran drainase yang bertujuan untuk rencana perbaikan saluran drainase.</p>
--	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

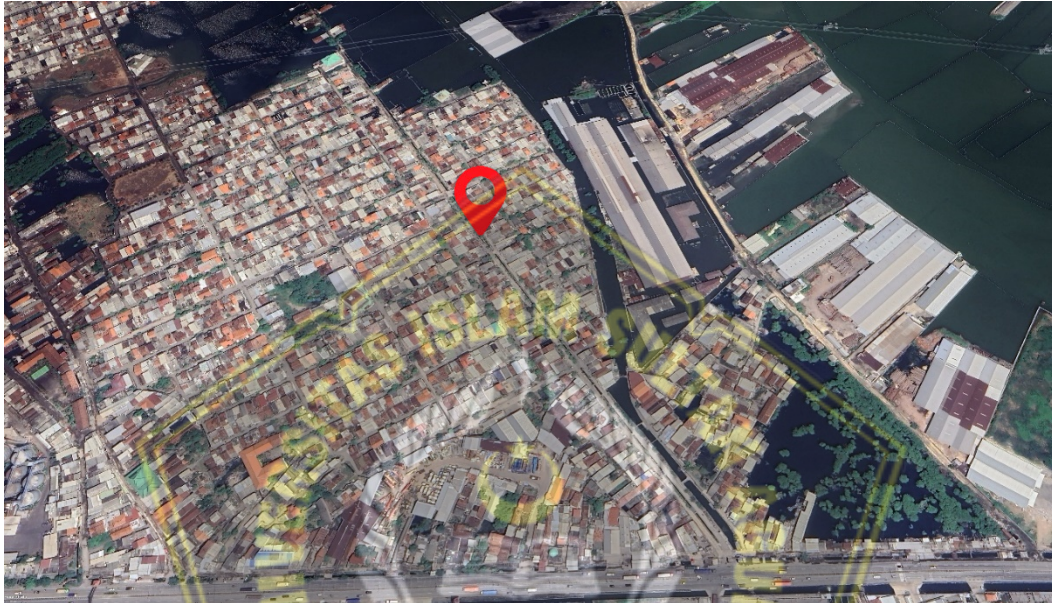


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Proyek

Lokasi drainase yang akan diteliti terletak di Jalan Sriwulan. Sementara itu, rincian lebih lanjut tentang lokasi yang menjadi pusat penelitian dalam tugas akhir ini terdapat dalam Gambar 3.1 di bawah ini



Gambar 3. 1 Lokasi Studi

(Sumber: Google Earth)

Lokasi di Jalan Sriwulan ini berada dalam wilayah Kelurahan Sriwulan , Kecamatan Sayung Kabupaten Demak .

3.2 Tahap Persiapan

Tahap persiapan melibatkan serangkaian tindakan yang perlu dilakukan sebelum mengumpulkan dan mengolah data. Pada tahap ini, beberapa aspek penting disiapkan untuk memastikan efisiensi waktu dan kelancaran kegiatan yang akan dilaksanakan.

Berikut adalah langkah-langkah pada tahap persiapan:

1. Melakukan tinjauan literatur terkait dengan isu-isu yang terkait dengan bidang hidrologi.
2. Mengidentifikasi kebutuhan data yang diperlukan.

3. Mengumpulkan data dari berbagai sumber, termasuk lembaga pemerintah, institusi, serta literatur yang relevan.
4. Melakukan survei pendahuluan di lokasi studi.

3.3 Pengumpulan Data

Pada studi ini, data memiliki peranan penting sebagai alat penelitian dan bukti yang mendukung pencapaian tujuan penelitian. Terdapat 2 kategori data yang dipakai pada studi ini, yaitu:

1. Data Sekunder
 - a. Data curah hujan di DAS yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air Dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Tengah.
 - b. Peta Daerah Aliran Sungai (DAS) yang diperoleh dari BBWS Pamali Juana (Balai Besar Wilayah Sungai) Provinsi Jawa Tengah.
2. Data Primer
Informasi yang didapatkan secara langsung dari lokasi melalui wawancara dan survei lapangan.

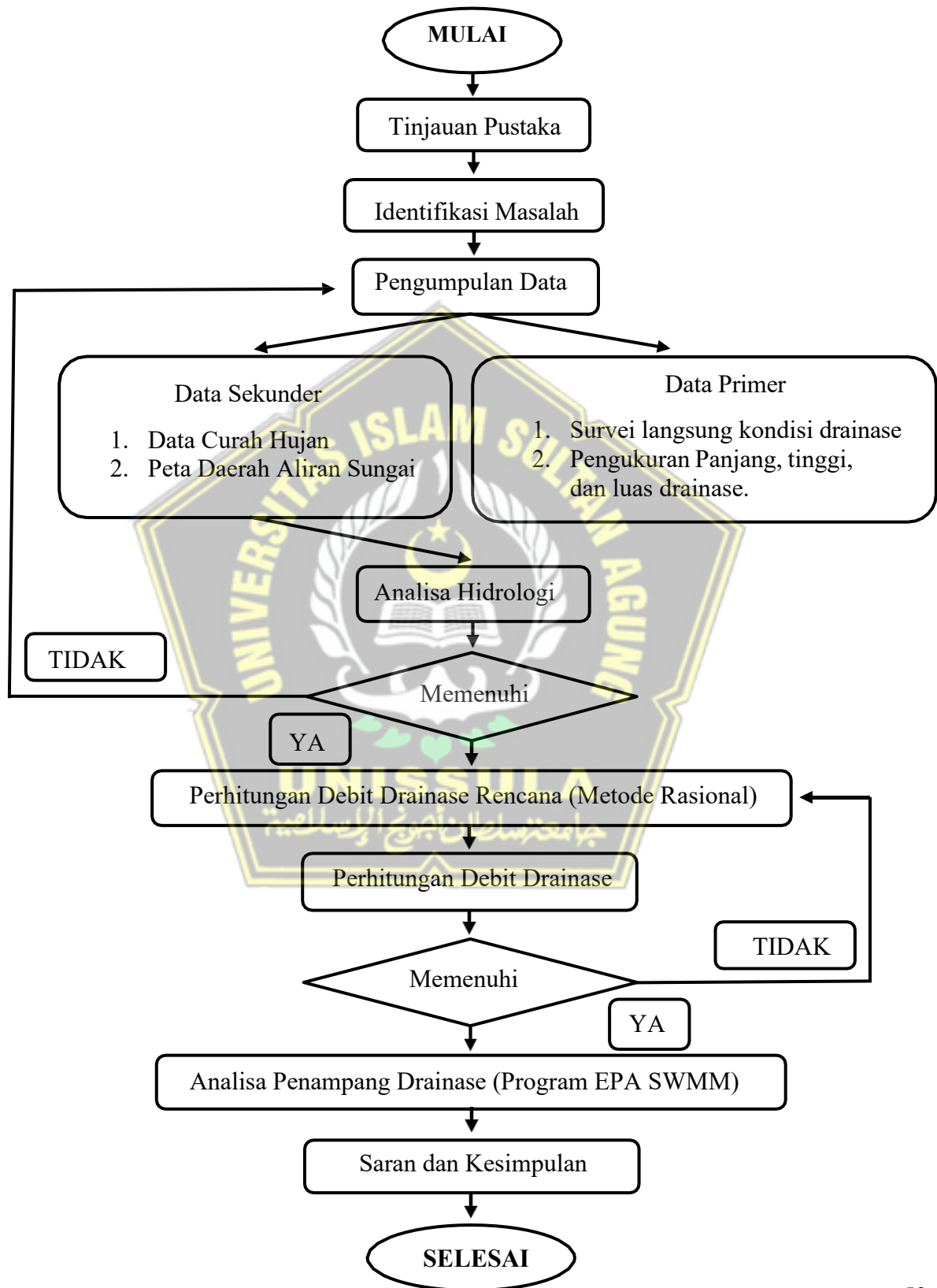
3.4 Tahapan Penelitian

Pada tahap pengolahan data metode ini, dilakukan analisis data yang mencakup, antara lain:

1. Mengidentifikasi curah hujan maksimum tahunan berdasarkan data observasi klimatologi yang telah tercatat dari tahun 2013 hingga 2022.
2. Menganalisis data yang ada, seperti:
 - a. Analisa Hidrologi
 - 1) Analisa frekuensi curah hujan dengan menggunakan:
 - a) Metode Normal
 - b) Metode Log Normal
 - c) Metode Distribusi Gumbel
 - d) Metode Distribusi Log Person Type III
 - 2) Analisa debit rencana banjir dengan menggunakan Metode Rasional.
 - b. Analisa Hidrolika : Analisa kapasitas penampang saluran menggunakan program EPA-SWMM.

3.5 Diagram Alir

Penyusunan tugas akhir ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Eksisting Drainase Jalan Sriwulan

Kondisi eksisting drainase di Jalan Sriwulan Sayung saat ini mengalami permasalahan serius yang mengakibatkan fungsinya tidak optimal, bahkan berpotensi menimbulkan banjir. Drainase yang dirancang untuk mengalirkan air hujan dan mengurangi risiko genangan air pada jalan, saat ini mengalami berbagai kendala. Saluran air yang tersedia mungkin tidak memadai untuk menangani volume air yang dihasilkan selama musim hujan, sehingga terjadi penumpukan air yang berpotensi menyebabkan banjir di sekitar wilayah tersebut. Selain itu, adanya tumpukan sampah di sekitar drainase juga dapat menghambat aliran air, memperburuk situasi dan menghambat kinerja drainase secara keseluruhan. Perlu dilakukan evaluasi mendalam serta perbaikan infrastruktur drainase dengan memperhatikan kapasitas, keberlanjutan, dan pemeliharaan agar dapat mengatasi permasalahan ini dan menghindari dampak buruk akibat banjir yang dapat merugikan masyarakat sekitar.



Gambar 4. 1 Kondisi Saluran Drainase Sriwulan Sayung

(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024)

4.2 Debit maksimum Kawasan kajian penelitian.

Dalam penelitian ini, data curah hujan diperlukan dalam setiap analisis hidrologi, terutama untuk melakukan perhitungan debit banjir rencana dengan optimal. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan atau ketiadaan data debit yang memadai. Analisis curah hujan dilakukan dengan tujuan untuk menentukan nilai curah hujan ekstra yang akan digunakan

dalam perhitungan debit banjir. Metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan rancangan adalah Metode *Polygon Thiessen*.

4.3 Data curah hujan

Dalam rangka penelitian ini, data sekunder curah hujan yang dapat diakses melibatkan informasi dari tiga stasiun, yaitu Stasiun Karang Roto, Stasiun Brumbung, dan Stasiun Purwosari dalam periode data 2013-2022 (10 tahun).

4.3.1 Stasiun Curah Hujan Karangroto, Brumbung, Dan Purwosari

Stasiun Hujan Karangroto terletak di Desa Karangroto Semarang, Stasiun Hujan Brumbung Terletak di Desa Brumbung Semarang, Dan Stasiun Hujan Purwosari terletak di Desa Purwosari Sayung Demak dengan besaran curah hujan yang digunakan yaitu hujan harian maksimum seperti tabel berikut:

Tabel 4. 1 Data Curah Hujan Karangroto, Brumbung, Dan Purwosari

No	Tahun	Curah Hujan Max(mm)		
		Karangroto	Brumbung	Purwosari
1	2013	135	97	92
2	2014	135	165	217
3	2015	130	102	203
4	2016	110	144	196
5	2017	100	147	165
6	2018	98	88	164
7	2019	116	144	72
8	2020	93	89	95
9	2021	137	140	95
10	2022	147	182	94

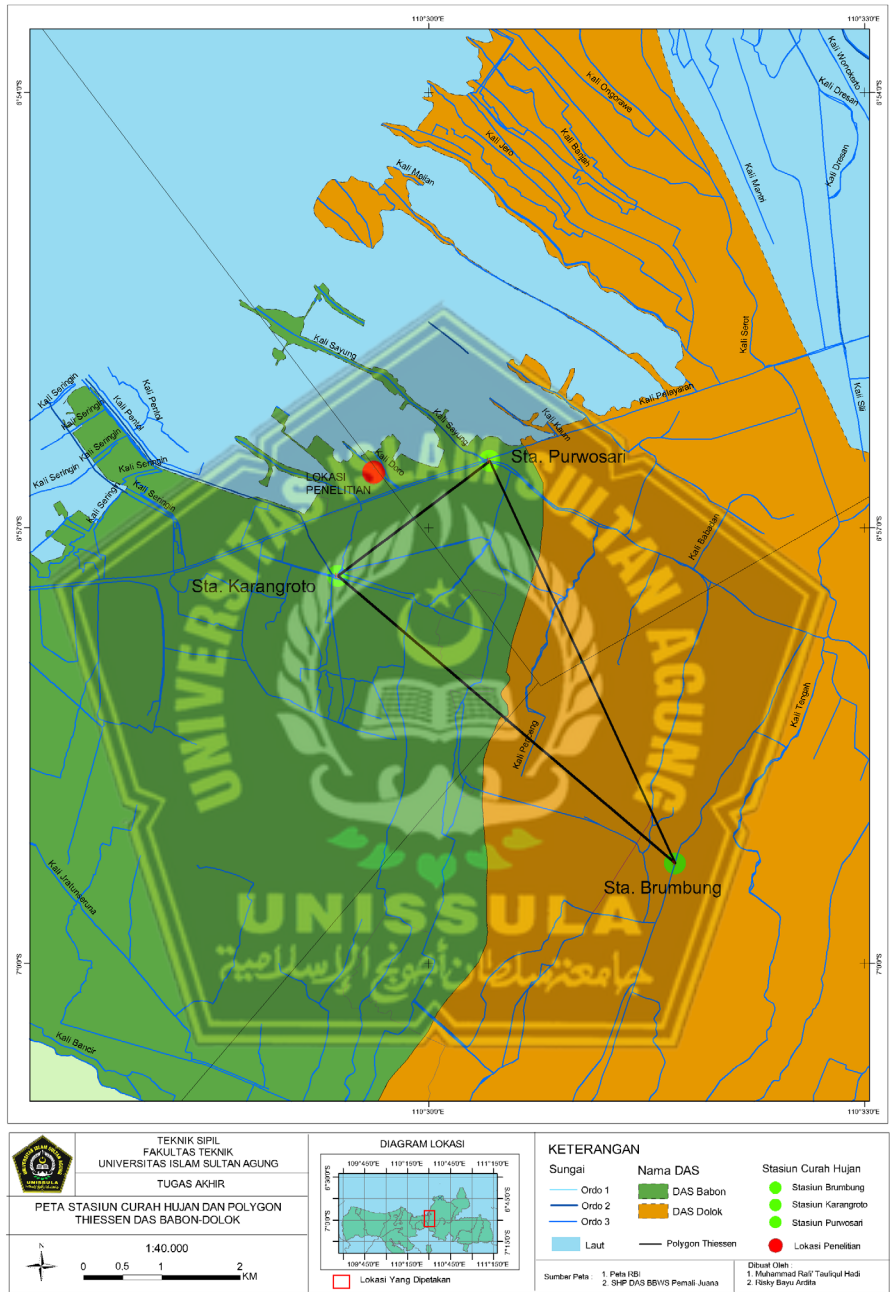
(Sumber: PUSDATARU Jawa Tengah Dan BMKG Jawa Tengah)

4.3.2 Menggunakan Metode Polygon Thiessen

Dalam penelitian ini, langkah-langkah perhitungan menggunakan Metode Polygon Thiessen dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a. Identifikasi koordinat setiap stasiun curah hujan dan gambar garis lurus yang menghubungkan stasiun-stasiun tersebut.

- b. Temukan titik tengah pada setiap garis yang telah dihubungkan.
- c. Dari titik tengah tersebut, gambar garis tegak lurus.
- d. Selanjutnya, dengan menggunakan perangkat lunak seperti AutoCAD, ArcGIS dapat dihitung luas area persebaran curah hujan pada masing-masing wilayah.



Gambar 4. 2 Peta Stasiun Pencatat Data Curah Hujan dan Polygon Thiessen DAS

(Sumber: BBWS Pemali Juana)

Berdasarkan *Polygon Thiessen* diatas dapat dihitung luas wilayah masing masing area yang dipengamhi oleh masing-masing stasiun sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Luas *Polygon Thiessen* dan Bobot Stasiun Hujan

No	Stasiun	Luas DAS Dolok (km ²)	Bobot DAS Dolok (%)
1	Karangroto	15,60	28.26
2	Brumbung	34,724	62,90
3	Purwosari	4.88	8,84
Jumlah		55,20	100

(Sumber: BBWS Pemali Juana)

Setelah memperoleh informasi mengenai luas area dan presentase dari tiap stasiun hujan, langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan curah hujan rencana untuk ketiga stasiun tersebut. Data curah hujan yang diambil dalam perhitungan ini adalah jumlah curah hujan harian maksimum setiap tahun dari periode 2013 - 2022. Contoh menghitung curah hujan rencana sebagai berikut:

1. Curah Hujan Pada Tahun 2013
 - a. Stasiun Karangroto (P1) = 135 mm/hari
 - b. Stasiun Brumbung (P2) = 97 mm/hari
 - c. Stasiun Purwosari (P3) = 92 mm/hari
2. Luas Area Tangkapan Curah Hujan
 - a. Stasiun Karangroto (P1) = 15,60 km²
 - b. Stasiun Brumbung (P2) = 4,88 km²
 - c. Stasiun Purwosari (P3) = 34,72 km²

Maka:

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

$$P = \frac{135x15,60+97x4,88+92x34,72}{15,60+4,88+34,72}$$

$$P = 104,594 \text{ mm}$$

Berikut perhitungan curah hujan rencana untuk tahunnya berikutnya dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 4. 3 Perhitungan Curah hujan Rencana Menggunakan Metode Polygon Thiessen

No	Tahun	Curah Hujan Rerata Max (mm)
1	2013	107.25
2	2014	161.12
3	2015	118.84
4	2016	138.99
5	2017	135.31
6	2018	97.54
7	2019	129.72
8	2020	90.66
9	2021	135.17
10	2022	164.28

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2024)

4.4 Analisa Distribusi

Untuk memperoleh nilai rencana curah hujan dengan interval waktu yang ditentukan, ada empat jenis distribusi yang digunakan, yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel, dan Distribusi Log Person III.

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

- a. Standar Deviasi (SD)

$$SD = \frac{\sqrt{\sum (xi - xa)^2}}{n-1}$$

- b. Koefisien Skewness

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

- c. Koefisien Kurtosis (Ck)

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

d. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{SD}{\bar{x}}$$

Tabel 4. 4 Persyaratan Metode 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: Sutiono, 1996)

4.4.1 Distribusi Normal

Rumus perhitungan curah hujan rencana berdasarkan Distribusi Normal:

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

Dimana :

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

x = Nilai rata-rata dari data hujan (mm)

K_T = Faktor frekuensi lainnya tergantung dari "t", nilai yang didapatkan dari Tabel Variasi Reduksi Gauss (Tabel 2.3)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$
 Standar deviasi dari data hujan (mm)

Tabel 4. 5 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Normal

No	Tahun	X _i	(X _i - X _{rerata})	(X _i - X _{rerata}) ²	(X _i - X _{rerata}) ³	(X _i - X _{rerata}) ⁴
1.	2013	164	36.395	1324.601	48208.960	1754568.603

2.	2014	161	33.229	1104.175	36690.779	1219202.672
3.	2015	139	11.099	123.181	1367.149	15173.570
4.	2016	135	7.419	55.041	408.351	3029.550
5.	2017	135	7.284	53.060	386.497	2815.322
6.	2018	130	1.832	3.356	6.149	11.265
7.	2019	119	-9.048	81.861	-740.648	6701.147
8.	2020	107	-20.637	425.878	-8788.764	181372.065
9.	2021	98	-30.345	920.806	-27941.653	847883.379
10.	2022	91	-37.229	1385.987	-51598.673	1920958.775
Jumlah:		1278.90	1279		5477.946	
Rerata:		127.89			547.79	

Sumber: Perhitungan, 2024

Langkah perhitungan periode 2 tahun:

1. Curah Hujan Rata-Rata (X)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n Xi}{n} = \frac{1278,90}{10} = 127,89$$

2. Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{547,79}{10-1}} = 24,671 \text{ mm}$$

3. Hitung Nilai KT dari tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss (Tabel 2.3)
4. Hitung hujan rencana dengan periode ulang 2 tahun dengan rumus berikut:

$$X_T = X + KT \times Sd$$

$$X_T = 127,89 + (0 \times 24,671) = 127,890 \text{ mm}$$

5. Selanjutnya hasil perhitungan untuk periode ulang selanjutnya di tabelkan.

Tabel 4. 6 Parameter Statistik Metode Distribusi Normal

No	Periode Ulang	K_T	X_i Rerata	Sd	X_T (mm)
1	2	0.00	127,89	24,671	127.890
2	5	0.84	127,89	24,671	148.613
3	10	1.28	127,89	24,671	159.469
4	20	1.64	127,89	24,671	168.350
5	25	1.71	127,89	24,671	170.077
6	50	2.05	127,89	24,671	178.465
7	100	2.33	127,89	24,671	185.373

(Sumber: Perhitungan, 2024)

4.4.2 Distribusi Log Normal

Rumus perhitungan curah hujan rencana berdasarkan Metode Log Normal:

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

Dimana:

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

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

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

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

Tabel 4. 7 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Log Normal

No	Tahun	X_i	$\text{Log } X_i$	$(X_i - X$ rerata)	$(X_i - X$ rerata) ²	$(X_i - X$ rerata) ³	$(X_i - X$ rerata) ⁴
1.	2013	107.25	2.0304	-0.06889	0.00475	-0.00033	0.00002

2.	2014	161.12	2.2071	0.10785	0.01163	0.00125	0.00014
3.	2015	118.84	2.0750	-0.02433	0.00059	-0.00001	0.00000
4.	2016	138.99	2.1430	0.04368	0.00191	0.00008	0.00000
5.	2017	135.31	2.1313	0.03203	0.00103	0.00003	0.00000
6.	2018	97.54	1.9892	-0.11009	0.01212	-0.00133	0.00015
7.	2019	129.72	2.1130	0.01372	0.00019	0.00000	0.00000
8.	2020	90.66	1.9574	-0.14188	0.02013	-0.00286	0.00041
9.	2021	135.17	2.1309	0.03160	0.00100	0.00003	0.00000
10.	2022	164.28	2.2156	0.11630	0.01353	0.00157	0.00018
Jumlah		1278.8971	20.9930	0.00000	0.06686	-0.00155	0.00090
Rerata		127.89	2.09930	0.00000	0.00669	-0.00016	0.00009

(Sumber: *Perhitungan, 2024*)

Langkah perhitungan periode 2 tahun:

1. Curah Hujan Rata-Rata (\bar{X})

$$\text{Log } \bar{X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n}} = \frac{20,9930}{10} = 2.0993 \text{ mm}$$

2. Standar Deviasi (S_d)

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.06686}{10-1}} = 0.0862 \text{ mm}$$

3. Tentukan Nilai KT dari Tabel Variabel Reduksi Gauss (Tabel 2.3)
4. Perhitungan logaritma hujan rencana dengan periode ulang T tahun

$$\begin{aligned} \text{Log } X_T &= \text{Log } \bar{X} + KT \times S_d \text{ Log } X \\ &= 2,0993 + (0,00 \times 0,0862) \\ &= 125,689 \text{ mm} \end{aligned}$$

5. Selanjutnya hasil perhitungan untuk periode ulang selanjutnya di tabelkan 12 Parameter Statistik Metode Distribusi Log Normal

Tabel 4. 8 Statistik Metode Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang	KT	Sd	Log XT	Xr (mm)
1.	2	0.00	0.0862	2.099	125.689
2.	5	0.84	0.0862	2.172	148.490
3.	10	1.28	0.0862	2.210	162.041
4.	20	1.64	0.0862	2.241	174.042
5.	25	1.71	0.0862	2.247	176.477
6.	50	2.05	0.0862	2.276	188.796
7.	100	2.33	0.0862	2.300	199.585

(Sumber: *Perhitungan, 2024*)

4.4.3 Distribusi Gumbel

Data curah hujan yang dimanfaatkan dalam menghitung curah hujan rencana menggunakan metode gumbel adalah data rata-rata curah hujan. Berikut adalah langkah-langkahnya:

Rumus:

$$X_T = \bar{X} + \frac{Y_T - Y}{S_n} x S_d$$

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

Keterangan:

X_T = Hujan dengan return periode T (mm)

\bar{X} = Curah hujan maksimum rata-rata (mm)

N = Banyak data tahun pengamatan

Sd = Standart deviasi

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

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

S_n = Reduced standar 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. 9 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Gumbel

No	Tahun	Xi	(Xi-X rerata)	(Xi-X rerata) ²	(Xi-X rerata) ³	(Xi-X rerata) ⁴
1	2013	107.253	-20.637	425.878	-8788.764	181372.065
2	2014	161.119	33.229	1104.175	36690.779	1219202.672
3	2015	118.842	-9.048	81.861	-740.648	6701.147
4	2016	138.988	11.099	123.181	1367.149	15173.570
5	2017	135.309	7.419	55.041	408.351	3029.550
6	2018	97.545	-30.345	920.806	-27941.653	847883.379
7	2019	129.722	1.832	3.356	6.149	11.265
8	2020	90.661	-37.229	1385.987	-51598.673	1920958.775
9	2021	135.174	7.284	53.060	386.497	2815.322
10	2022	164.285	36.395	1324.601	48208.960	1754568.603
Jumlah:		1278.897	0.000	5477.946	-2001.853	5951716.348
Rerata:		127.89		127.89		

(Sumber: *Perhitungan, 2024*)

Langkah perhitungan periode 2 tahun :

1. Curah Hujan Rata-Rata (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{1278,9}{10} = 127,89 \text{ mm}$$

2. Standar Deviasi (Sd)

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{5477,95}{10-1}} = 24,671 \text{ mm}$$

3. Tentukan nilai K_T (2 Tahun)

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

$$Y_t = 0,36651$$

$$K_T = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{0,36651 - 0,4952}{0,9496} = -0,1355$$

4. Perhitungan hujan rencana dengan periode T tahun

$$\begin{aligned} X_T &= \bar{X} + K_T \times S_d \\ &= 127,89 + (-0,1355 \times 24,671) \\ &= 124,547 \text{ mm} \end{aligned}$$

Selanjutnya hasil perhitungan untuk periode ulang selanjutnya ditabelkan

Tabel 4. 10 Parameter Statistik Metode Distribusi Gumbel

T	YT	Sd	Yn	Sn	K	X (mm/hari)
2	0.3665	24.6710	0.4952	0.9497	-0.1355	124.5467
5	1.4999	24.6710	0.4952	0.9497	1.0580	153.9906
10	2.2504	24.6710	0.4952	0.9497	1.8481	173.4850
20	2.9702	24.6710	0.4952	0.9497	2.6061	192.1845
25	3.1985	24.6710	0.4952	0.9497	2.8465	198.1162
50	3.9019	24.6710	0.4952	0.9497	3.5872	216.3890
100	4.6001	24.6710	0.4952	0.9497	4.3224	234.5270

(Sumber : Perhitungan, 2024)

4.4.4 Distribusi Log Person III

Rumus perhitungan curah hujan rencana berdasarkan metode log person III:

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

Dimana :

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

Tabel 4. 11 Perhitungan Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person III

No	Tahun	Xi	Log Xi	(Xi-X rerata)	(Xi-X rerata) ²	(Xi-X rerata) ³	(Xi-X rerata) ⁴
1	2013	107.25	2.0304	-0.0689	0.0047	-0.0003	0.0000
2	2014	161.12	2.2071	0.1079	0.0116	0.0013	0.0001

3	2015	118.84	2.0750	-0.0243	0.0006	0.0000	0.0000
4	2016	138.99	2.1430	0.0437	0.0019	0.0001	0.0000
5	2017	135.31	2.1313	0.0320	0.0010	0.0000	0.0000
6	2018	97.54	1.9892	-0.1101	0.0121	-0.0013	0.0001
7	2019	129.72	2.1130	0.0137	0.0002	0.0000	0.0000
8	2020	90.66	1.9574	-0.1419	0.0201	-0.0029	0.0004
9	2021	135.17	2.1309	0.0316	0.0010	0.0000	0.0000
10	2022	164.28	2.2156	0.1163	0.0135	0.0016	0.0002
Jumlah:		1278.8971	20.9930	0.0000	0.0669	-0.0016	0.0009
Rerata:		127.89	2.0993	0.0000	0.0067	-0.0002	0.0001

(Sumber : Perhitungan, 2024)

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

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

KT = Koefisien frekuensi, didapat berdasarkan hubungan nilai Cs dengan periode ulang T, lihat table (Lampiran)

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

Langkah Periode 2 tahun:

1. Curah Hujan rata-rata

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} = \frac{20,993}{10} = 2,09 \text{ mm}$$

2. Log deviasi (Sd)

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,0669}{10-1}} = 0,086 \text{ mm}$$

3. Perhitungan Cs

$$C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\text{Log } X})^3} = \frac{10 \times (-0,0016)}{(10-1)(10-2)(0,086)^3} = -0,34$$

4. Perhitungan G

Lihat tabel 2.6 (hubungan cs dengan kala ulang (t) atau dengan percent change (p%)

5. Perhitungan Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

$$\begin{aligned} \text{Log } X_T &= \text{Log } \bar{X} + G \times S_d \text{Log } X \\ &= 2,09 + 0,0432 \times 0,086 \\ &= 126,7714 \end{aligned}$$

Selanjutnya hasil perhitungan periode ulang selanjutnya ditabelkan
Parameter statistik model log person III

Tabel 4. 12 Parameter Statistik Model Log Person III

T	P(%)	Cs	G	Log X	X (mm)
2	50	-0.3369	0.0432	2.1030	126.7714
5	20	-0.3369	0.9318	2.1796	151.2207
10	10	-0.3369	1.3400	2.2148	163.9817
20	5	-0.3369	1.6807	2.2442	175.4544
25	4	-0.3369	1.7489	2.2500	177.8435
50	2	-0.3369	1.9805	2.2700	186.2095
100	1	-0.3369	2.1731	2.2866	193.4637

(Sumber perhitungan, 2024)

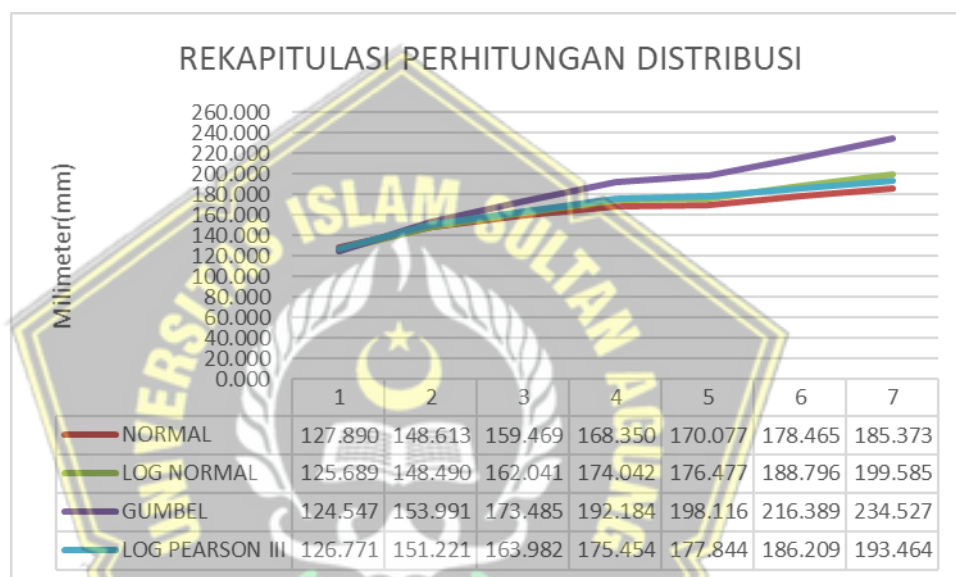
Tabel 4. 13 Rekapitulasi perhitungan distribusi probabilitas

No	Periode Ulang	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III
1.	2	127.890	125.689	124.547	126.771
2.	5	148.613	148.490	153.991	151.221
3.	10	159.469	162.041	173.485	163.982

4.	20	168.350	174.042	192.184	175.454
5.	25	170.077	176.477	198.116	177.844
6.	50	178.465	188.796	216.389	186.209

(Sumber perhitungan, 2024)

Berdasarkan hasil analisis hasil distribusi, Setelah dilakukan perhitungan di dapatkan hasil data curah hujan maksimum. Pada Gambar 4.3 di bawah, terlihat bahwa nilai debit curah hujan di setiap periode terdapat kenaikan.



Gambar 4.3 Diagram Rekapitulasi Perhitungan Distribusi

(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

4.5 Uji disrtibusi probalitas

Menentukan distribusi yang cocok dengan data dilakukan dengan membandingkan parameter data dengan persyaratan yang diperlukan oleh masing-masing jenis distribusi seperti berikut:

4.5.1 Uji Chi-Kuadrat

4.5.1.1 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Distribusi Gumbel

a. Pembagian Kelas:

$$N = 10$$

$$\begin{aligned}
 K &= 1 + 3,322 \log N \\
 &= 4.3220 \\
 &= 4 \text{ Kelas}
 \end{aligned}$$

b. Peluang batas kelas:

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

c. Besar peluang batas nilai kelas distribusi gumbel:

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

Tabel 4. 14 Perhitungan Besar Peluang dan Batas Nilai Kelas Distribusi Gumbel

P (%)	Y _T	S _d	Y _n	S _n	K	X (mm)
25	1.2459	24.6710	0.4952	0.9497	0.7905	147.3912
50	0.3665	24.6710	0.4952	0.9497	-0.1355	124.5467
75	-0.3266	24.6710	0.4952	0.9497	-0.8654	106.5403

(Sumber: perhitungan, 2024)

Sehingga batas kelas:

Sub kelas 1	X < 106.540	Sub kelas 1
Sub kelas 2	106.540 < X < 124.547	Sub kelas 2
Sub kelas 3	124.547 < X < 147.391	Sub kelas 3
Sub kelas 4	X > 147.391	Sub kelas 4

Tabel 4. 15 Perhitungan Uji *Chi-Kuadrat* Untuk Distribusi Gumbel

No.	Nilai Batas Sub Kelas	Jumlah Data		(OF - EF) ²	(OF - EF) ² / EF
		OF	EF		
1	X < 106.540	2.000	2.500	0.250	0.100
2	106.540 < X < 124.547	2.000	2.500	0.250	0.100
3	124.547 < X < 147.391	4.000	2.500	2.250	0.900

4	X >	147.391	2.000	2.500	0.250	0.100
Jumlah :			10.000	10.000	3.000	1.200

(Sumber: Perhitungan, 2024)

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

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

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

$$= 4 - (2 + 1)$$

$$= 1$$

$$\text{Untuk } DK = 1 \text{ dan } a = 5\% \implies c^2_c = 3,841$$

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

4.5.1.2 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Untuk Disrtibusi Log Pearson Tipe III

Pembagian Kelas :

$$N = 10$$

$$K = 1 + 3,322 \log N = 4.3220 = 4 \text{ Kelas}$$

Peluang batas kelas :

$$P = 1 / \text{kelas} = 1 / 4 = 0.25 \% = 25 \%$$

Besar Peluang dan Nilai Batas Kelas untuk Distribusi Log Pearson Tipe III

Tabel 4. 16 Peluang Batas Kelas Distribusi Log Pearson Tipe III

P(%)	Cs	K	Log X	X (mm)
25	-0.3369	0.9318	2.1796	151.2207
50	-0.3369	0.3394	2.1286	134.4470
75	-0.3369	-0.2730	2.0758	119.0595

Sehingga Batas kelas:

$$\text{Sub Kelas 1} \quad X < 119.059$$

$$\text{Sub Kelas 2} \quad 119.059 < X < 134.447$$

$$\text{Sub Kelas 3} \quad 134.447 < X < 151.221$$

$$\text{Sub Kelas 4} \quad X > 151.221$$

Tabel 4. 17 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III

No.	Nilai Batas Sub Kelas	Jumlah Data		OEF) ²	(OF - EF) / EF
		OF	OF		
1.	X < 119.059	4.000	2.500	2.250	0.900
2.	119.059 < X < 134.447	1.000	2.500	2.250	0.900
3.	134.447 < X < 151.221	3.000	2.500	0.250	0.100
4.	X > 151.221	2.000	2.500	0.250	0.100
Jumlah		10.000	10.000	5.000	2.000

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2024)

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

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

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

$$P \text{ (Parameter Yang terikat dalam frekuensi)} = 2$$

Untuk : DK = 1 dan $\alpha = 5\%$ ----> $c^2_{cr} = 3,841$

Ternyata $c^2_{hitung} < c^2_{cr}$ ----> **Distribusi Frekuensi Diterima**

4.5.2 Uji Smirnov Kolmogorof

4.5.2.1 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorof Distribusi Gumbel

Tabel 4. 18 Uji Smirnov-Kolmogorof Untuk Distribusi Gumbel

No	X	m	$S_n(X)$	Y_T	Tr	Pr	$P_x(X)$	D
1	107.25	1	0.0909	-0.8365	0.9091	0.1111	0.8889	0.0202
2	161.12	2	0.1818	1.3469	0.8182	0.2222	0.7778	0.0404
3	118.84	3	0.2727	-0.3667	0.7273	0.3333	0.6667	0.0606
4	138.99	4	0.3636	0.4499	0.6364	0.4444	0.5556	0.0808
5	135.31	5	0.4545	0.3007	0.5455	0.5556	0.4444	0.1010
6	97.54	6	0.5455	-1.2300	0.4545	0.6667	0.3333	0.1212
7	129.72	7	0.6364	0.0743	0.3636	0.7778	0.2222	0.1414
8	90.66	8	0.7273	-1.5090	0.2727	0.8889	0.1111	0.1616
9	135.17	9	0.8182	0.2953	0.1818	1.0000	0.0000	0.1818

10	164.28	10	0.9091	1.4752	0.0909	1.1111	-0.1111	0.2020
----	--------	----	--------	--------	--------	--------	---------	--------

(Sumber: Perhitungan, 2024)

Rerata Xi = 127,8897
 Standar Deviasi = 24.6710
 D Maks = 0,2020
 N (Jumlah data) = 10
 a (derajat kepercayaan) = 5% (angka yang biasa diambil)
 D Kritis = 0,4090
 Karena D Maks < D Kritis ==> **Distribusi Frekuensi Diterima**

4.5.2.2 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorof Distribusi Log Person III

Tabel 4. 19 Uji Smirnov-Kolmogorof Untuk Distribusi Log Person III

No	X	Log X	Cs	m	Sn (X)	Pr	Px (X)	D
1	107.253	2.030	-0.799	1.000	0.091	0.032	0.968	0.8775
2	161.119	2.207	1.251	2.000	0.182	0.031	0.969	0.7876
3	118.842	2.075	-0.282	3.000	0.273	0.031	0.969	0.6959
4	138.988	2.143	0.507	4.000	0.364	0.016	0.984	0.6203
5	135.309	2.131	0.372	5.000	0.455	0.016	0.984	0.5293
6	97.545	1.989	-1.277	6.000	0.545	0.017	0.983	0.4379
7	129.722	2.113	0.159	7.000	0.636	0.015	0.985	0.3484
8	90.661	1.957	-1.646	8.000	0.727	0.016	0.984	0.2570
9	135.174	2.131	0.367	9.000	0.818	0.017	0.983	0.1645
10	164.285	2.216	1.349	10.000	0.909	0.019	0.981	0.0716
D Maks	0,8775							

(Sumber: Perhitungan, 2024)

Rerata Log X	= 2,0993
Standar Deviasi	= 0,0862
D Maks	= 0,8775
N (jumlah data)	= 10
A (derajat kepercayaan)	= 5%
D Kritis	= 0,4090

Karena $D \text{ Maks} < D \text{ Kritis} \implies$ **Distribusi Frekuensi Ditolak**

Tabel 4. 20 Rekapitulasi Uji *Smirnov Kolmogorof* Log Person III

No	Metode Distribusi	x^2_{hitung}	x^2_{cr}	Keterangan
1	Distribusi Gumbel	0,2020	0,4090	Memenuhi
2	Distribusi Log Pearson III	0,8775	0,4090	Tidak Memenuhi

(Sumber: Perhitungan, 2024)

Berdasarkan uji Chi-Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorof diatas dapat disimpulkan bahwa perhitungan probabilitas rata – rata hujan harian maksimum tahunan memakai jenis distribusi Gumbel.

4.5.3 Analisa Debit Rencana

Perhitungan debit rencana saluran drainase didaerah permukiman padat dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional. Analisis penampang drainase menghitung luas basah dan keliling basah penampang penampang didrainase tersebut dan menganalisis volume penampang dengan persamaan manning. Selanjutnya menghitung debit saluran yang terjadi.

Perhitungan debit banjir rencana dilakukan melalui metode rasional, yang melibatkan faktor-faktor parameter seperti koefisien limpasan, intensitas hujan daerah, dan luas *catchment area*.

4.5.3.1 Data Hidrologi Penampang Saluran Drainase Jalan Sriwulan:

Panjang Aliran (L)	= 730 m
Koefisien Pengaliran (C)	= 0,4

$$\text{Luas catchment Area (A)} = 12,72 \text{ Ha}$$

$$\text{Jarak Tempuh Aliran Terjauh permukaan (Lo)} = 134,44 \text{ m}$$

4.5.3.2 Waktu Konsentrasi Hujan

Waktu konsentrasi merujuk pada periode yang diperlukan untuk air mengalir dari titik terjauh dalam suatu daerah aliran menuju titik kontrol yang telah ditentukan di bagian hilir hulu aliran tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi dapat ditemukan menggunakan rumus empiris, contohnya adalah rumus *kirpich*, yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$T_0 = 0,0195 \times \left(\frac{L_0}{\sqrt{S}}\right)^{0,77}$$

$$= 0,0195 \times \left(\frac{134,44}{\sqrt{0,0017}}\right)^{0,77}$$

$$= 9,89 \text{ Menit}$$

$$T_d = \frac{L_s}{60 \times V}$$

$$= \frac{730}{60 \times 0,40}$$

$$= 30,41$$

$$T_c = T_0 + T_d$$

$$= 9,89 + 30,41$$

$$= 40,3 \text{ Menit}$$

$$= 0,67 \text{ Jam}$$

4.5.4 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah air hujan yang jatuh dalam satu satuan waktu atau kedalaman tertentu. Intensitas Curah Hujan dapat dihitung menggunakan Rumus Mononobe, khususnya ketika data hujan jangka pendek tidak tersedia, dan hanya terdapat data harian hujan.

$$I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3}$$

$$= \frac{124,54}{24} X \left(\frac{24}{0,67}\right)^{2/3}$$

$$= 56,38 \text{ mm/Jam}$$

4.5.5 Menghitung Debit Rencana Dengan Metode Rasional

Metode rasional digunakan untuk mengestimasi debit pada suatu DAS yang tidak memiliki data pengamatan debit. Metode ini biasa digunakan untuk saluran drainase dengan DAS yang relatif tidak besar, luas DAS < 300 ha atau sekitar 40-80 km². Rumus menghitung debit periode ulang 2 tahun sebagai berikut:

$$Q_p = 0,0278 \times C \times I \times A$$

$$Q_p = 0,0278 \times 0,4 \times 56,38 \times 12,72 = 7,974 \text{ m}^3/\text{det}$$

Selanjutnya hasil perhitungan debit rencana untuk periode ulang selanjutnya ditabelkan.

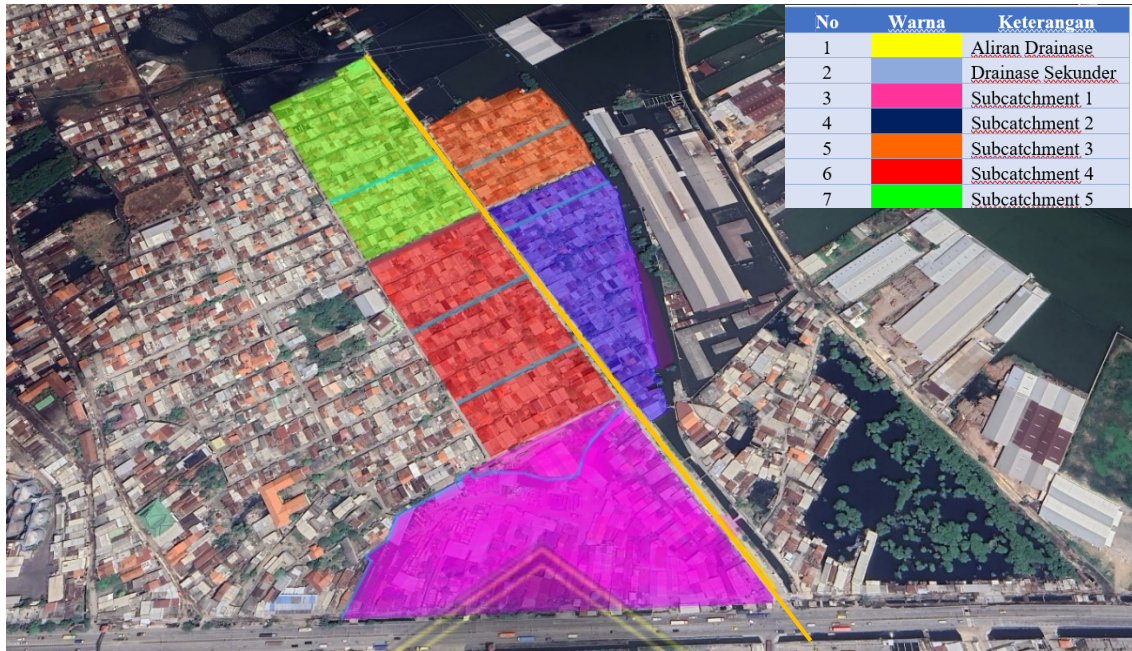
Tabel 4. 21 Debit Banjir Rencana

No	Periode Ulang	Debit Banjir Rencana (m ³ /det)
1	2	7,974
2	5	9,861
3	10	11,109
4	20	12,307
5	25	12,686
6	50	13,857
7	100	15,018

(Sumber: Perhitungan, 2024)

4.6 Skema Jaringan Drainase Jalan Sriwulan

Skema jaringan drainase Jalan Sriwulan dirancang untuk mengelola aliran air hujan dan mengurangi risiko genangan di wilayah tersebut. Dengan pengaturan yang optimal, jaringan ini mencakup berbagai elemen seperti saluran drainase, *junction*, *outfall*, dan *subcatchment*.

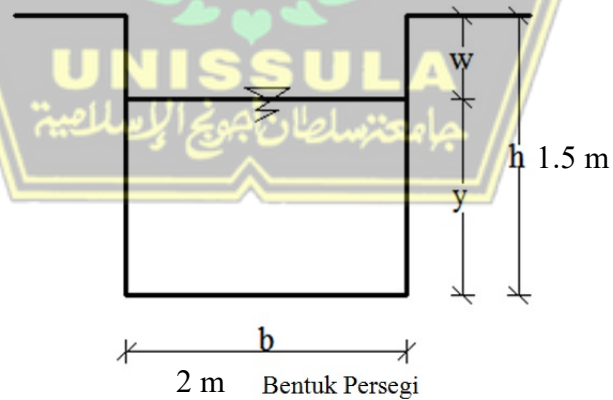


Gambar 4. 4 Skema Jaringan Saluran Drainase

(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

4.7 Analisa Kapasitas Saluran Drainase

Pada penelitian ini akan menganalisa kapasitas saluran drainase dengan debit yang telah direncanakan yaitu $11,109 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan kala ulang Q_{10} tahun sebagai berikut:



Gambar 4. 5 Penampang Persegi Saluran

(Sumber: Data Olahan, 2024)

$$\begin{aligned}
\text{a. Luas Penampang (A)} &= B \times h \\
&= 2 \times 1.5 \\
&= 3 \text{ m}^3 \\
\text{b. Keliling Basah (P)} &= B + 2 \times h \\
&= 2 + 2 \times 1.5 \\
&= 5 \text{ m} \\
\text{c. Jari – Jari Hidrolik (R)} &= \frac{A}{P} = \frac{3}{5} \\
&= 0,6 \text{ m} \\
\text{d. Kecepatan Aliran (V)} &= \frac{1}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S)^{\frac{1}{2}} \\
&= \frac{1}{0,013} \times (0,6)^{\frac{2}{3}} \times (0,0017)^{\frac{1}{2}} \\
&= 2,256 \text{ m} \\
\text{e. Debit Saluran (Qsaluran)} &= A \times V > Q_p \\
&= 3 \times 2,256 > 11,109 \text{ m}^3/\text{det} \\
&= 6,768 < 11,109 \text{ m}^3/\text{det}
\end{aligned}$$

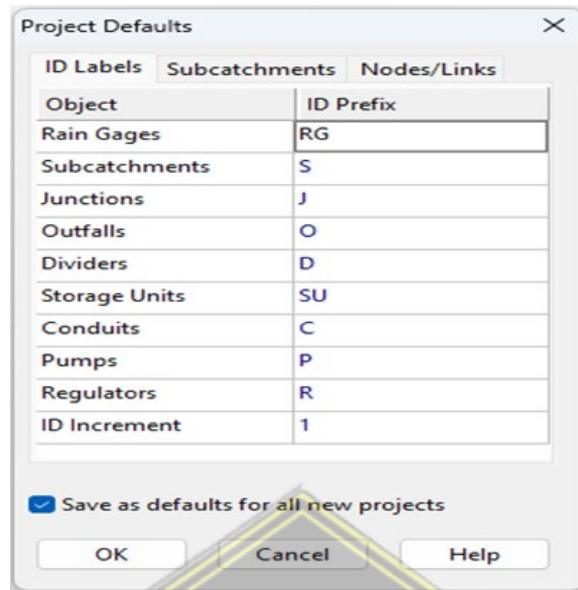
Berdasarkan evaluasi debit kontrol, didapat bahwa Debit Saluran (Q_s) = 6,768 m³/detik lebih kecil dibandingkan dengan Debit Rencana (Q_p) = 11,109 m³/detik. Oleh karena itu, saluran dianggap tidak aman.

4.7.1 Analisa Kapasitas Saluran Drainase Dengan Program EPA – SWMM

Pemodelan dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi mengenai debit aliran dan kapasitas drainase di Jalan Desa Sriwulan. Dari hasil pemodelan, kita dapat mengamati keadaan drainase yang rentan terhadap banjir, sehingga dapat merencanakan dimensi saluran yang lebih efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Untuk memfasilitasi proses pemodelan, digunakan program *EPA – SWMM*.

Langkah-langkah dalam melakukan pemodelan drainase Jalan Sriwulan adalah sebagai berikut:

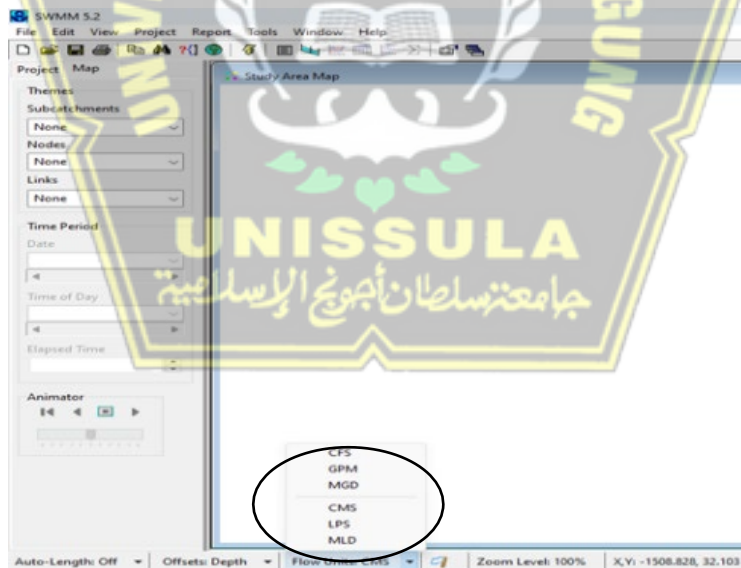
a. Atur *Project Default*



Gambar 4. 6 Pengaturan Project Default

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

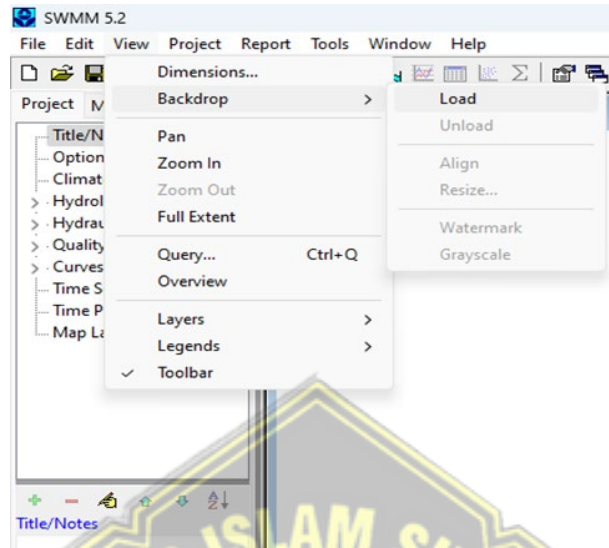
b. Ubah Status Bar pada bagian bawah. Pastikan *auto-length: on*, *offset:off*, ubah stauan menjadi meter dengan mengubah *flow unit: CMS*



Gambar 4. 7 Pengaturan Status Bar SWMM

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

- c. Langkah berikutnya adalah memasukkan data penamang. Data yang perlu dimasukkan melibatkan *subcatchment*, *conduit*, *junction*, *outfall*, dan *rain gage*.



Gambar 4. 8 Menerapkan *Backdrop*
(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

- d. Selanjutnya buat *Subcatchment*



Gambar 4. 9 Menerapkan *Perhitungan*
(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

- e. Buat Junction pada skema srainase.



Gambar 4. 10 Skema Saluran Drainase Pada Software EPA-SWMM

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

- f. Selanjutnya sambungkan tiap *Subcatchment* dengan *Junction* untuk menentukan *outlet* dari tiap *subcatchment*, kemudian sambungkan tiap *Junction* dengan menggunakan *Conduit*.



Gambar 4. 11 Skema Saluran Drainase Pada Software EPA-SWMM

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

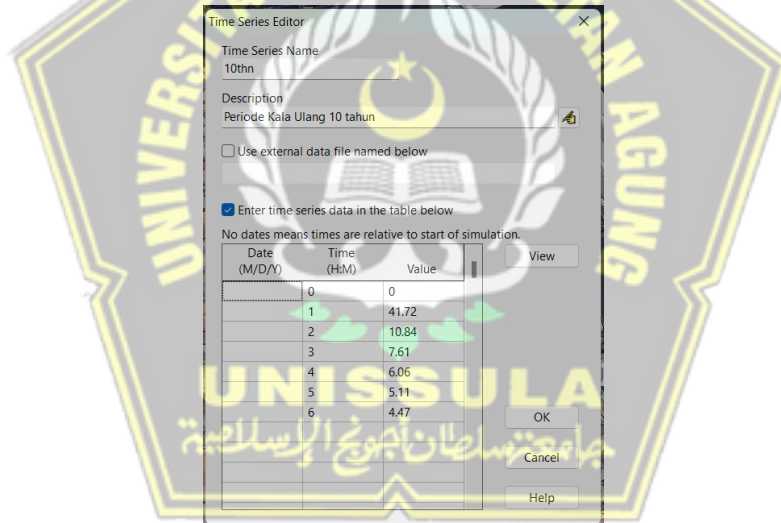
g. Isi *table time series* dengan data hujan rencana

Tabel 4. 22 Distribusi Hujan Tiap Jam

Waktu (jam)	Ratio (%)	Kumulatif (%)	Curah Hujan Tiap Jam		
			2 th	5 th	10 th
1	55,03	55,03	28.01	35.10	41.72
2	14,30	69,34	7.28	9.12	10.84
3	10,03	79,37	5.11	6.40	7.61
4	7,99	87,36	4.07	5.09	6.06
5	6,75	94,10	3.43	4.30	5.11
6	5,90	100,00	3.00	3.76	4.47

(Sumber: Perhitungan 2024)

h. Isi *Time Series Editor* dengan format sebagai berikut:



Gambar 4. 12 Nilai *Time series*

(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

Dalam mengisi data untuk Time Series, sebagai contoh pada PUH 10 Tahun, diperlukan informasi mengenai Curah Hujan per Jam, seperti pada jam pertama sebanyak 41,72 mm, pada jam kedua sebanyak 10,84 mm, pada jam ketiga sebanyak 7,61 mm, dan pada jam keempat sebanyak 6,06 mm, dan seterusnya.

i. Isi table *Rain Gage 1* dengan format sebagai berikut:

Property	Value
Name	RG1
X-Coordinate	5111.359
Y-Coordinate	3730.512
Description	
Tag	
Rain Format	INTENSITY
Time Interval	1:00
Snow Catch Factor	1.0
Data Source	TIMESERIES
Type of rainfall data recorded at rain gage	

Gambar 4. 13 Rain Gage 1

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

j. Isi table *Subcatchment 1* dengan format sebagai berikut:

Property	Value
Name	S1
X-Coordinate	4878.354
Y-Coordinate	3101.568
Description	
Tag	
Rain Gage	RG1
Outlet	J1
Area	3.18
Width	748.96
% Slope	0.5
% Imperv	75
N-Imperv	0.01
N-Perv	0.1
Dstore-Imperv	0.05
Dstore-Perv	0.05
%Zero-Imperv	10
Rain gage assigned to subcatchment	

Gambar 4. 14 Format *Subcatchment*

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

Untuk mengisi data subcatchment, sebagai contoh pada penampang melintang J1 Drinase Kolam Retensi Sriwulan, diketahui data Luas Area subcatchment sebesar 33,4 Ha, Outlet air masuk melalui JUNC 1.

k. Isi *table Junction* dengan format sebagai berikut:

Property	Value
Name	J1
X-Coordinate	6859.688
Y-Coordinate	2544.543
Description	
Tag	
Inflows	NO ...
Treatment	NO
Invert El.	17.456
Max. Depth	0
Initial Depth	0
Surcharge Depth	0
Poned Area	0

Click to specify any external inflows received at the junction

Gambar 4. 15 Format Junction

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

1. Langkah berikutnya adalah mengisi data *conduit* dengan cara mengklik garis *conduit* pada gambar dan kemudian melakukan klik kanan, seperti gambar berikut:

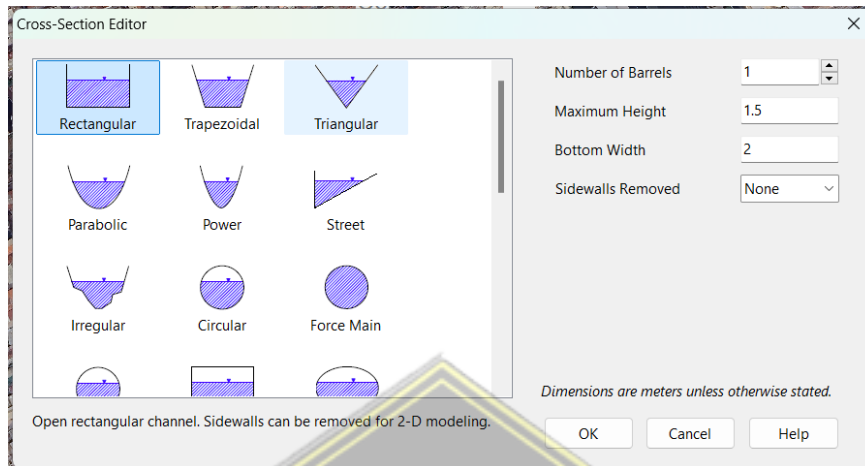
Property	Value
Inlet Node	J1
Outlet Node	J2
Description	
Tag	
Shape	RECT_OPEN
Max. Depth	1.5
Length	179.11
Roughness	0.4
Inlet Offset	0

Manning's roughness coefficient

Gambar 4. 16 Format Conduits

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

- m. Langkah selanjutnya dengan mengisi data penampang melintang pada conduit, Kemudian klik Shape dan isi data penampang melintang seperti gambar berikut:



Gambar 4. 17 Format *Conduits*

Pada penampang melintang Drainase Jalan Desa Sriwulan menggunakan saluran berbentuk persegi dengan lebar $b = 2$ m, tinggi $h = 1,5$ m, dan luas $a = 3$ m.

- n. Isi *table Outfall* dengan format sebagai berikut:

Outfall O1	
Property	Value
X-Coordinate	3228.703
Y-Coordinate	7379.246
Description	
Tag	
Inflows	NO ...
Treatment	NO
Invert El.	14.4
Tide Gate	NO
Route To	
Click to specify any external inflows received at the outfall	

Gambar 4. 18 Format *Outfall*

(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

4.7.2 Persiapan Menjalankan Simulasi

Data dan pengaturan yang diperlukan telah dimasukkan dan disesuaikan di tempatnya masing-masing. Langkah berikutnya adalah menjalankan simulasi dengan mengklik logo petir yang terdapat pada *interface software*. Kemudian pengguna perlu menunggu beberapa saat hingga status laporan muncul sebagai hasilnya. Data tersebut akan memberikan deskripsi apabila terdapat kesalahan yang mungkin terjadi selama proses simulasi *EPA - SWMM*, termasuk saluran yang meluap. Contoh status laporan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.23. Hasil simulasi dengan periode ulang 10 tahun menghasilkan data banjir saluran seperti yang terlihat pada gambar 4.24.

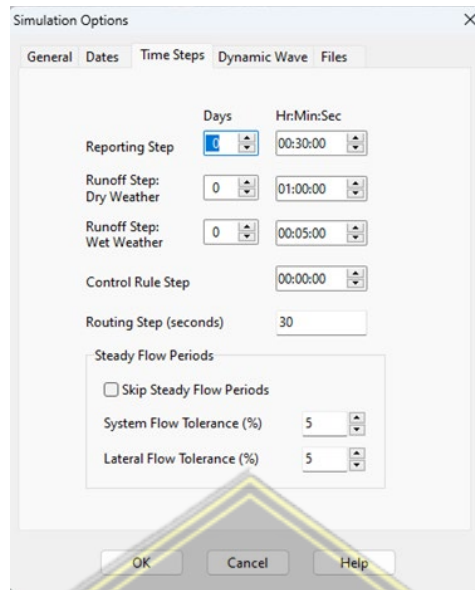
- a. Isi tabel *General Options* dengan format sebagai berikut:



Gambar 4. 19 Format General Options

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

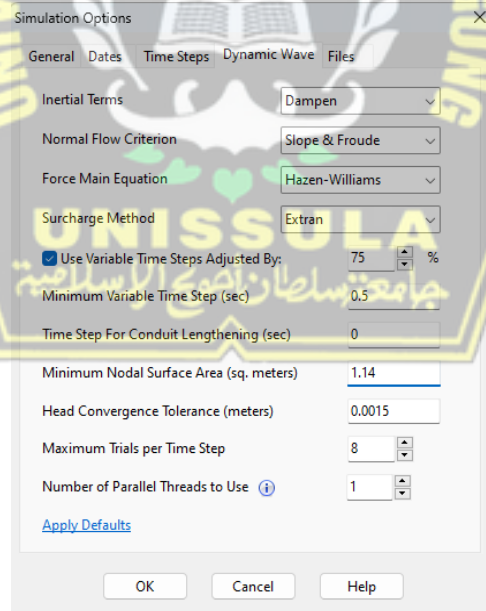
b. Isi Tabel *Time Step Options* dengan format sebagai berikut



Gambar 4. 20 Format *Time Step Options*

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

c. Isi table *Dynamic Wave Options* dengan format sebagai berikut:



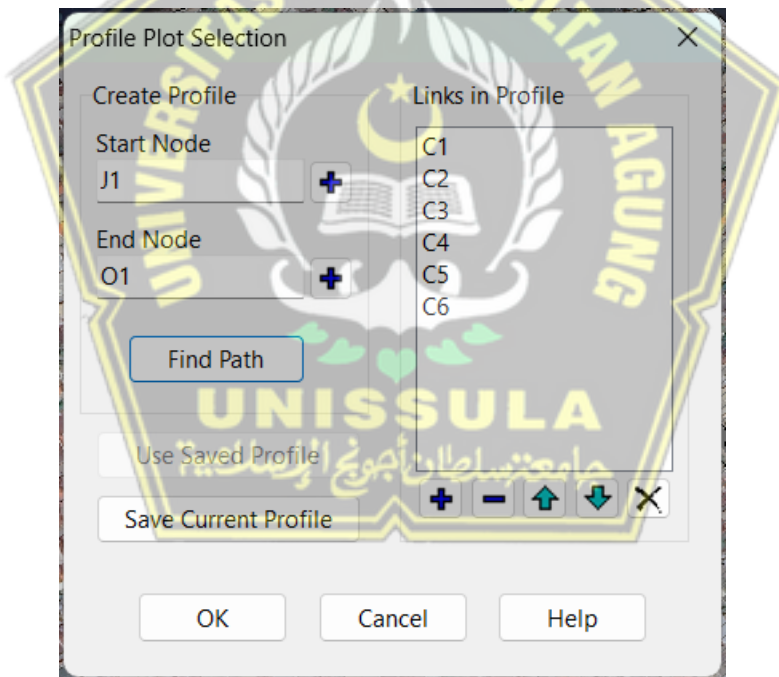
Gambar 4. 21Format *Dynamic Wave Options*

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

4.7.3 Persiapan Menjalankan Simulasi

Data dan pengaturan yang diperlukan telah dimasukkan dan disesuaikan di tempatnya masing-masing. Langkah berikutnya adalah menjalankan simulasi dengan mengklik logo petir yang terdapat pada *interface software*. Kemudian pengguna perlu menunggu beberapa saat hingga status laporan muncul sebagai hasilnya. Data tersebut akan memberikan deskripsi apabila terdapat kesalahan yang mungkin terjadi selama proses simulasi *EPA - SWMM*, termasuk saluran yang meluap. Contoh status laporan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.18. Hasil simulasi dengan periode ulang 10 tahun menghasilkan data banjir saluran seperti yang terlihat pada gambar 4.19.

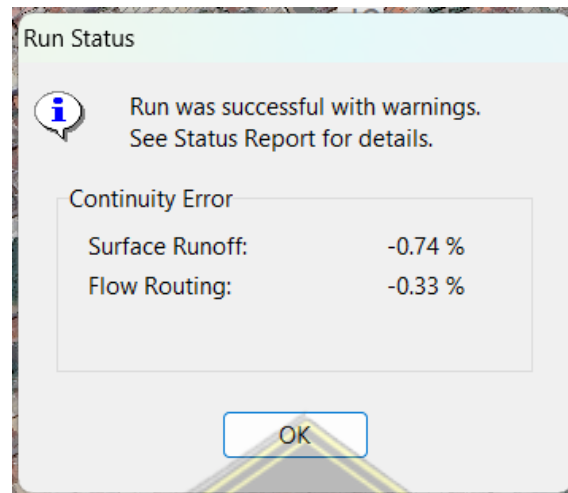
- a. Tentukan titik awal dan titik akhir pada *Profile Plot Selection*, Selanjutnya tekan *Find Path* untuk mengetahui *conduit* per titik.



Gambar 4. 22 Format *Profile Plot Selection*

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

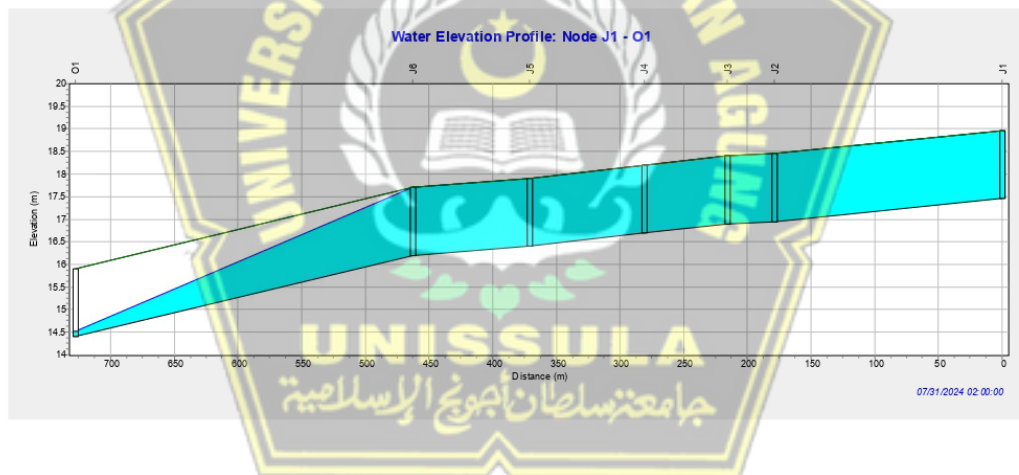
b. Simulasi *Run Status*



Gambar 4. 23 Simulasi Run Status

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

c. Hasil *Run Status*



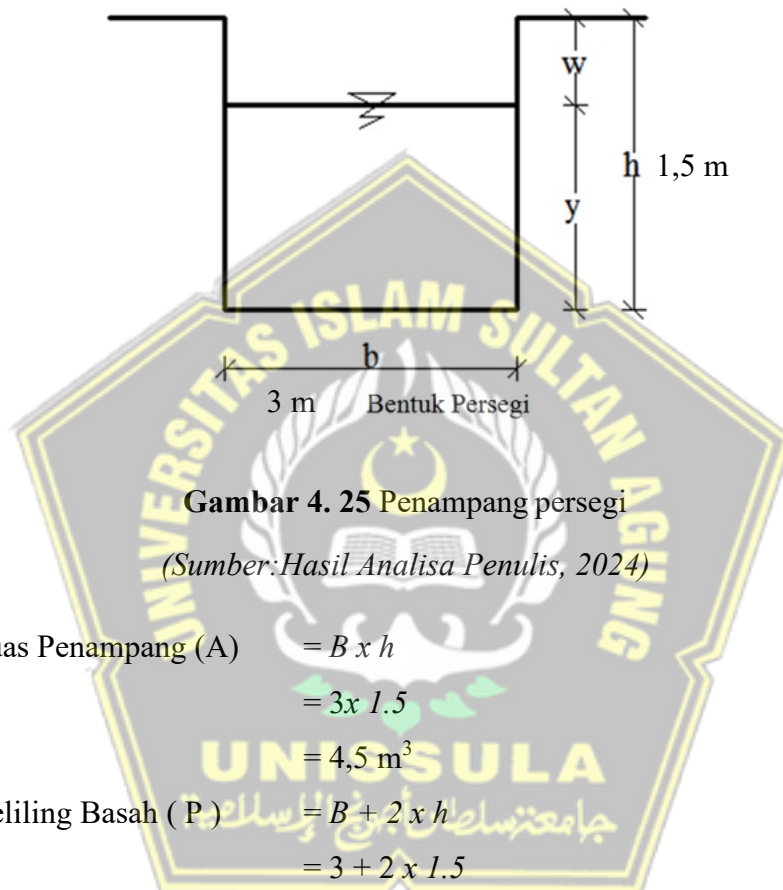
Gambar 4. 24 Hasil *Run Status* tidak aman

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

Berdasarkan hasil simulasi EPA SWMM, ditemukan adanya genangan di beberapa lokasi pada sistem drainase. Pada gambar 4.21 di atas, terlihat bahwa saluran pada titik J1 sampai J6 tidak mampu menampung aliran air karena dimensinya tidak memadai. Hal ini menyebabkan terjadinya genangan, bahkan risiko banjir.

4.8 Analisa Rencana Kapasitas Saluran Drainase

Pada penelitian ini akan menganalisa kapasitas saluran drainase dengan debit yang telah direncanakan yaitu $11,109 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan kala ulang Q_{10} tahun sebagai berikut:



Gambar 4. 25 Penampang persegi

(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

- Luas Penampang (A) $= B \times h$
 $= 3 \times 1.5$
 $= 4,5 \text{ m}^2$
- Keliling Basah (P) $= B + 2 \times h$
 $= 3 + 2 \times 1.5$
 $= 6 \text{ m}$
- Jari – Jari Hidrolik (R) $= \frac{A}{P} = \frac{4.5}{6}$
 $= 0,75 \text{ m}$
- Kecepatan Aliran (V) $= \frac{1}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (S)^{\frac{1}{2}}$
 $= \frac{1}{0,013} \times (0,75)^{\frac{2}{3}} \times (0,0017)^{\frac{1}{2}}$
 $= 2,618 \text{ m/s}$
- Debit Saluran (Qsaluran) $= A \times V > Q_p$

$$= 4,5 \times 2,618 > 11,109 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$= 11,781 > 11,109 \text{ m}^3/\text{det}$$

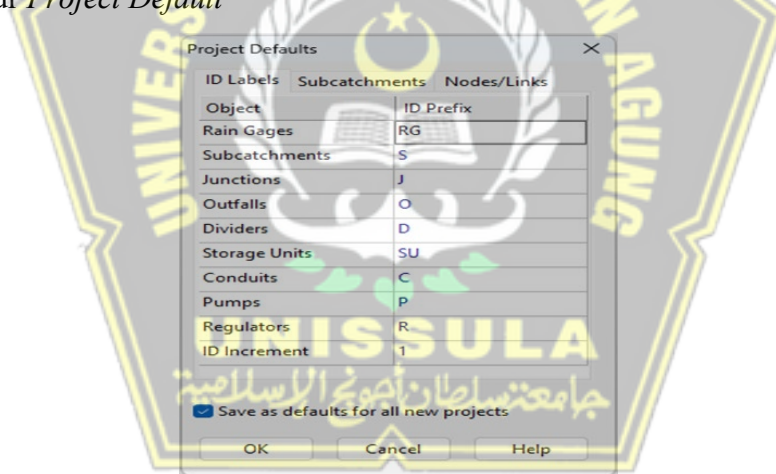
Berdasarkan evaluasi debit kontrol, didapat bahwa Debit Saluran (Q_s) = 11,781 m³/detik lebih besar dibandingkan dengan Debit Rencana (Q_p) = 11,109 m³/detik. Oleh karena itu, saluran dianggap aman.

4.8.1 Analisa Kapasitas Saluran Drainase Dengan Program EPA – SWMM

Pemodelan dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan informasi mengenai debit aliran dan kapasitas drainase di Jalan Sriwulan. Dari hasil pemodelan, kita dapat mengamati keadaan drainase yang rentan terhadap banjir, sehingga dapat merencanakan dimensi saluran yang lebih efektif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Untuk memfasilitasi proses pemodelan, digunakan program *EPA – SWMM*.

Langkah-langkah dalam melakukan pemodelan drainase Jalan Sriwulan adalah sebagai berikut:

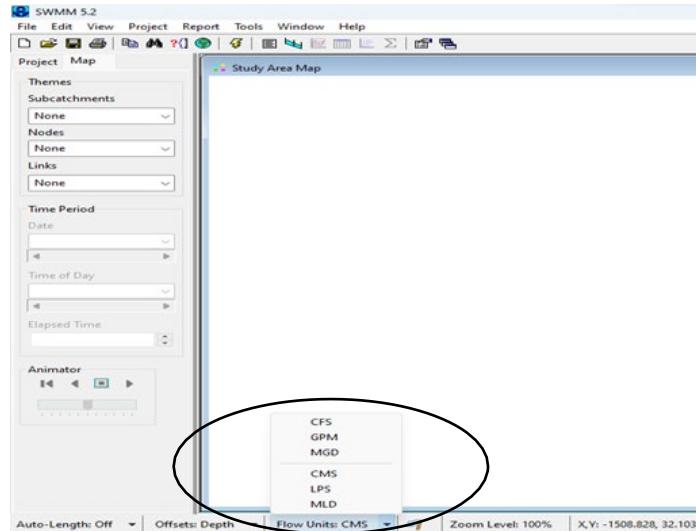
- a. Atur *Project Default*



Gambar 4. 26 Pengaturan Project Default

(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

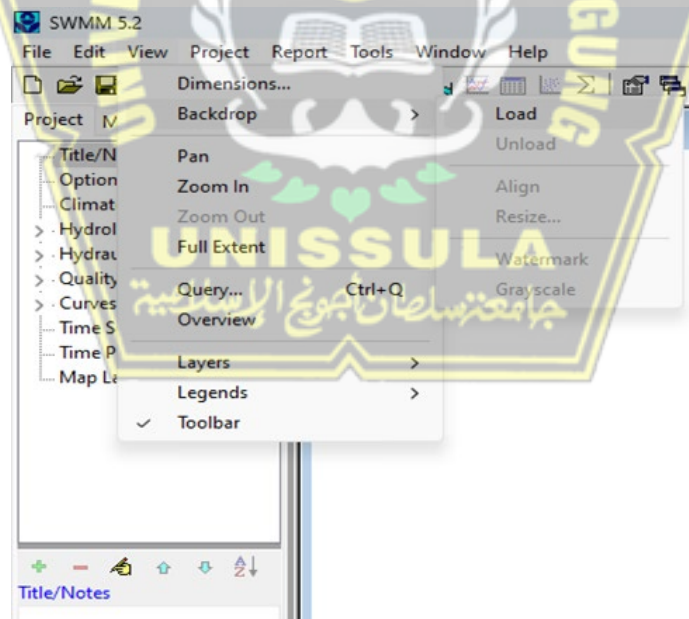
- b. Ubah Status Bar pada bagian bawah. Pastikan *auto-length: on*, *offset:off*, ubah stauan menjadi meter dengan mengubah *flow unit: CMS*



Gambar 4. 27 Pengaturan *Status Bar SWMM*

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

- c. Masukkan file lokasi daerah penelitian dengan cara pilih *View* pada Status bar pada bagian atas, lalu tekan pada bagian menu *Backdrop* kemudian *load file* yang akan kita gunakan..



Gambar 4. 28 Menerapkan *Backdrop*

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

d. Selanjutnya buat *Subcatchment*



Gambar 4. 29 Menerapkan *Subcatchment*

(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

e. Buat Junction pada skema drainase



Gambar 4. 30 Menerapkan *Subcatchment*

(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

- f. Selanjutnya sambungkan tiap *Subcatchment* dengan *Junction* untuk menentukan *outlet* dari tiap *subcatchment*, kemudian sambungkan tiap *Junction* dengan menggunakan *Conduit*.



Gambar 4. 31 Skema Saluran Drainase Pada Software EPA-SWMM

(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

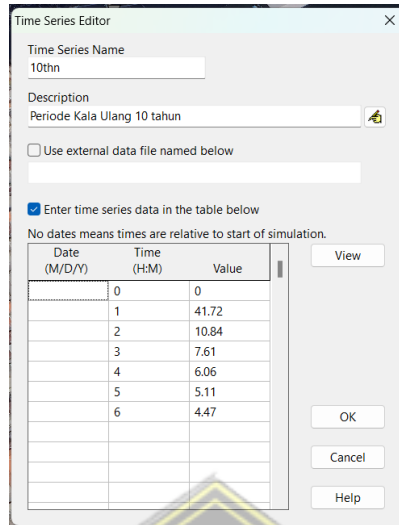
- g. Isi *table time series* dengan data hujan rencana

Tabel 4. 23 Distribusi Hujan Tiap Jam

Waktu (jam)	Ratio (%)	Kumulatif (%)	Curah Hujan Tiap Jam		
			2 th	5 th	10 th
1	55,03	55,03	28.01	35.10	41.72
2	14,30	69,34	7.28	9.12	10.84
3	10,03	79,37	5.11	6.40	7.61
4	7,99	87,36	4.07	5.09	6.06
5	6,75	94,10	3.43	4.30	5.11
6	5,90	100,00	3.00	3.76	4.47

(Sumber: Perhitungan 2024)

h. Isi *Time Series Editor* dengan format sebagai berikut:

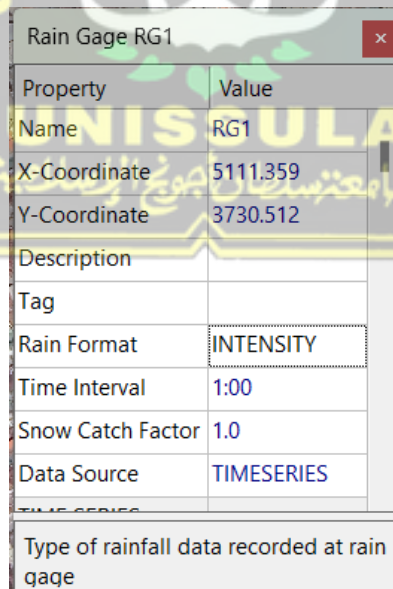


Gambar 4. 32 Nilai *Time series*

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

Dalam mengisi data untuk Time Series, sebagai contoh pada PUH 10 Tahun, diperlukan informasi mengenai Curah Hujan per Jam, seperti pada jam pertama sebanyak 41,72 mm, pada jam kedua sebanyak 10,84 mm, pada jam ketiga sebanyak 7,61 mm, dan pada jam keempat sebanyak 6,06 mm, dan seterusnya.

i. Isi *table Rain Gage 1* dengan format sebagai berikut:



Gambar 4. 33 Rain Gage 1

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

j. Isi *table Rain Gage 1* dengan format sebagai berikut:

Property	Value
Name	S1
X-Coordinate	4878.354
Y-Coordinate	3101.568
Description	
Tag	
Rain Gage	RG1
Outlet	J1
Area	3.18
Width	748.96
% Slope	0.5
% Imperv	75
N-Imperv	0.01
N-Perv	0.1
Dstore-Imperv	0.05
Dstore-Perv	0.05
%Zero-Imperv	10

Rain gage assigned to subcatchment

Gambar 4. 34 Format *Subcatchment*

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

Untuk mengisi data subcatchment, sebagai contoh pada penampang melintang J1 Drinase Kolam Retensi Sriwulan, diketahui data Luas Area subcatchment sebesar 33,4 Ha, Outlet air masuk melalui JUNC 1.

k. Isi *table Junction* dengan format sebagai berikut:

Property	Value
Name	J1
X-Coordinate	6859.688
Y-Coordinate	2544.543
Description	
Tag	
Inflows	NO ...
Treatment	NO
Invert El.	17.456
Max. Depth	0
Initial Depth	0
Surcharge Depth	0
Poned Area	0

Click to specify any external inflows received at the junction

Gambar 4. 35 Format *Junction*

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

1. Langkah berikutnya adalah mengisi data *conduit* dengan cara mengeklik garis *conduit* pada gambar dan kemudian melakukan klik kanan, seperti gambar berikut:

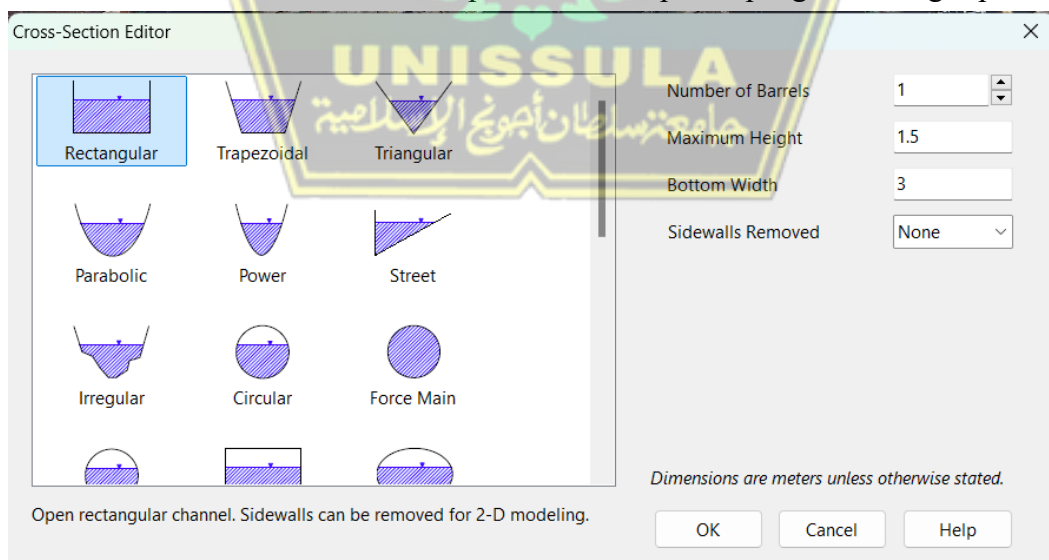
Property	Value
Inlet Node	J1
Outlet Node	J2
Description	
Tag	
Shape	RECT_OPEN
Max. Depth	1.5
Length	179.11
Roughness	0.4
Inlet Offset	0

Manning's roughness coefficient

Gambar 4. 36 Format *Conduits*

(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

- m. Langkah selanjutnya dengan mengisi data penampang melintang pada conduit, Kemudian klik Shape dan isi data penampang melintang seperti



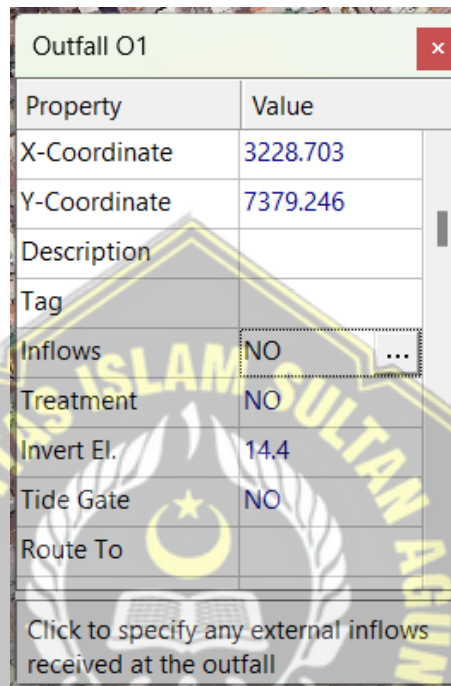
gambar berikut:

Gambar 4. 37 Format *Conduits*

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

Pada penampang melintang Drainase Jalan Desa Sriwulan menggunakan saluran berbentuk persegi dengan lebar $b = 3$ m, tinggi $h = 1,5$ m, dan luas $a = 4,5$ m.

n. Isi *table Outfall* dengan format sebagai berikut:



Property	Value
X-Coordinate	3228.703
Y-Coordinate	7379.246
Description	
Tag	
Inflows	NO ...
Treatment	NO
Invert El.	14.4
Tide Gate	NO
Route To	

Click to specify any external inflows received at the outfall

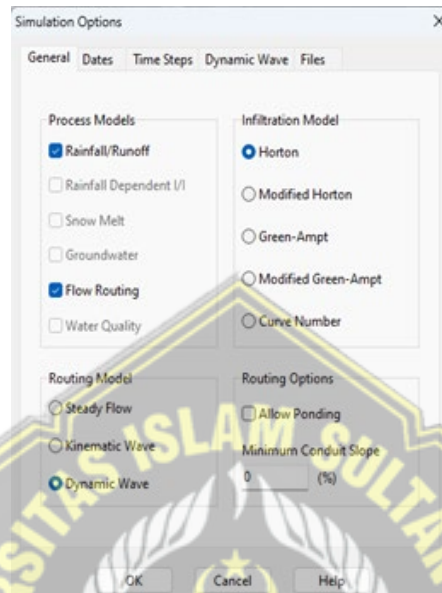
Gambar 4. 38 Format Outfall

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

4.8.2 Persiapan Menjalankan Simulasi

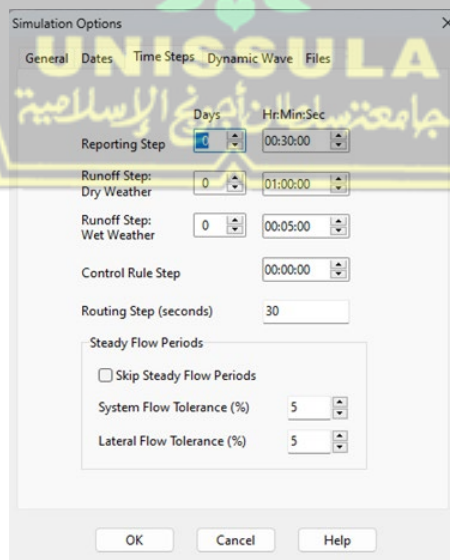
Simulasi menggunakan EPA - SWMM dapat dilakukan setelah menyelesaikan tahapan persiapan pengolahan data yang tersedia. Proses menjalankan simulasi ini melibatkan beberapa tahap penyesuaian pada bagian general options, date option, time step option, dynamic wave. Detail langkah-langkah penyesuaian ini terdapat di dalam jendela proyek, dengan penjelasannya dapat ditemukan di bawah ini:

a. Isi tabel *General Options* dengan format sebagai berikut:



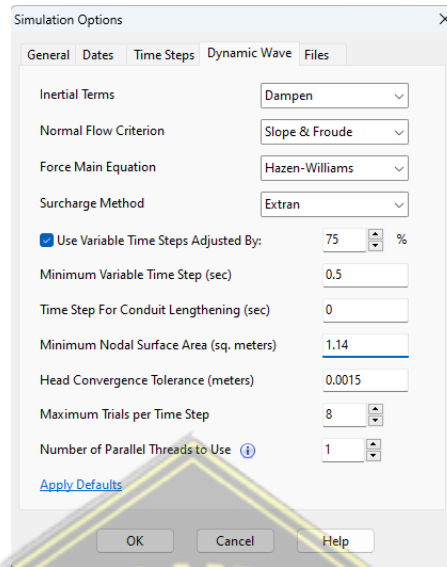
Gambar 4. 39 Format *General Options*
(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

b. Isi Tabel *Time Step Options* dengan format sebagai berikut



Gambar 4. 40 Format *Time Step Options*
(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

- c. Isi *table Dynamic Wave Options* dengan format sebagai berikut:



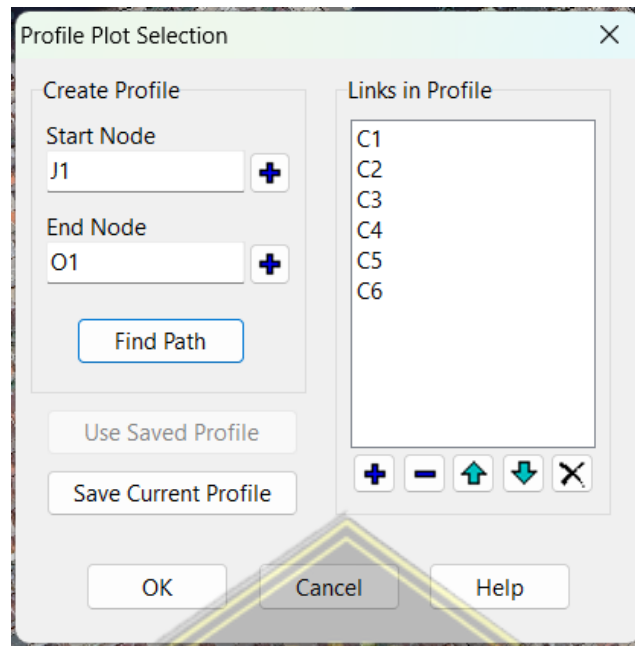
Gambar 4. 41 Format *Dynamic Wave Options*

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

4.8.3 Persiapan Menjalankan Simulasi

Data dan pengaturan yang diperlukan telah dimasukkan dan disesuaikan di tempatnya masing-masing. Langkah berikutnya adalah menjalankan simulasi dengan mengklik logo petir yang terdapat pada interface software. Kemudian pengguna perlu menunggu beberapa saat hingga status laporan muncul sebagai hasilnya. Data tersebut akan memberikan deskripsi apabila terdapat kesalahan yang mungkin terjadi selama proses simulasi EPA - SWMM, termasuk saluran yang meluap. Contoh status laporan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.43. Hasil simulasi dengan periode ulang 10 tahun menghasilkan data banjir saluran seperti yang terlihat pada gambar 4.44.

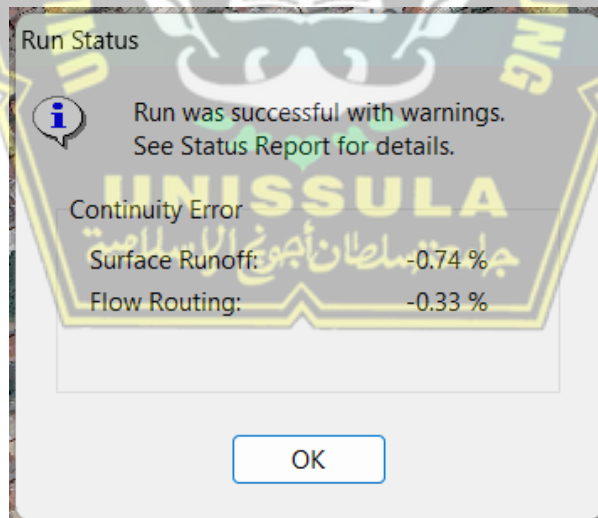
- a. Tentukan titik awal dan titik akhir pada *Profile Plot Selection*, Selanjutnya tekan *Find Path* untuk mengetahui *conduit* per titik.



Gambar 4. 42 Format Profile Plot Selection

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

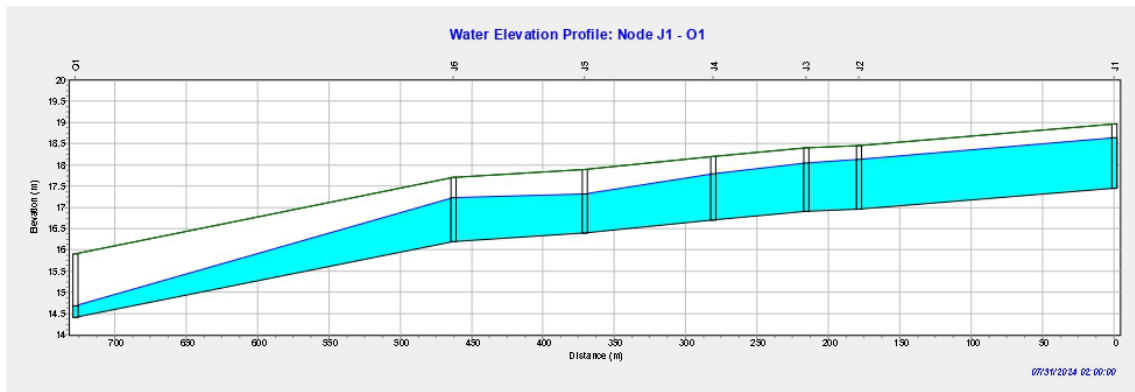
b. Simulasi *Run Status*



Gambar 4. 43 Simulasi *Run Status*

(Sumber:Hasil Analisa Penulis, 2024)

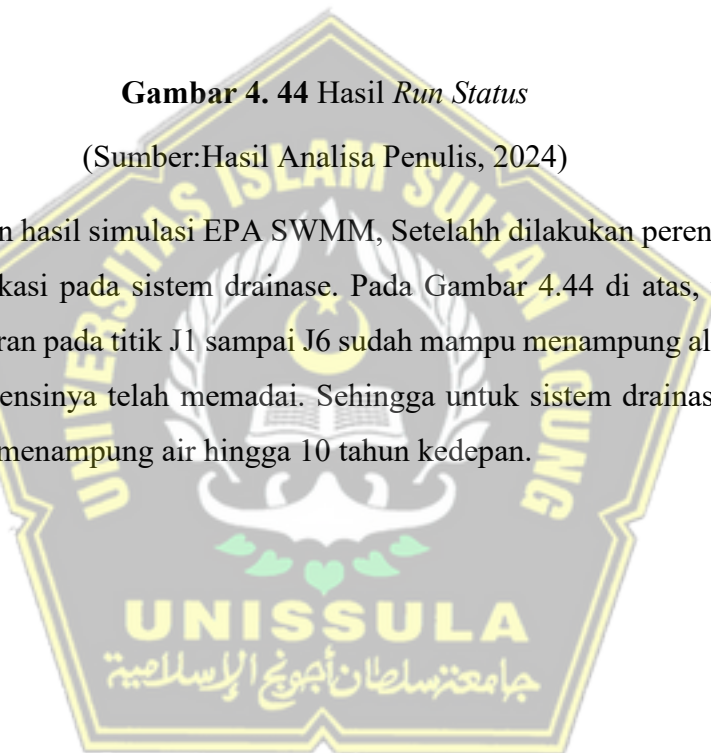
c. Hasil *Run Status*



Gambar 4. 44 Hasil *Run Status*

(Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2024)

Berdasarkan hasil simulasi EPA SWMM, Setelah dilakukan perencanaan ulang di lokasi pada sistem drainase. Pada Gambar 4.44 di atas, terlihat bahwa saluran pada titik J1 sampai J6 sudah mampu menampung aliran air karena dimensinya telah memadai. Sehingga untuk sistem drainase yang baru dapat menampung air hingga 10 tahun kedepan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa hidrologi dan analisa hidrolika sebagai dasar evaluasi sistem drainase dalam upaya penanggulangan banjir di Drainase Jalan Perkampungan Desa Sriwulan, Sayung maka peneliti dapat menyimpulkan sebagai berikut:

1. Analisis sistem drainase eksisting pada RW 04 Desa Sriwulan tidak berkerja secara optimal menampung debit banjir yang akan datang dan diperparah dengan adanya tumpukan sampah.
2. Analisa Hidrologi untuk kala ulang 2,5,10 tahun mencapai (Q) debit rencana sebesar $11,109 \text{ m}^3 / \text{det}$ sedangkan drainase pada RW 04 Desa Sriwulan memiliki kapasitas tampungan (Q) debit air sebesar $6,768 \text{ m}^3 / \text{det}$, maka dipastikan drainase sudah tidak dapat menampung debit banjir yang akan datang selama 10 tahun kedepan.
3. Dengan hasil perhitungan nilai (Q) debit rencana sebesar $11,109 \text{ m}^3 / \text{det}$ untuk 10 tahun kedepan maka solusi untuk mengatasi permasalahan pada RW 04 Desa Sriwulan yakni perlu dilakukannya perencanaan ulang saluran drainase dengan rencana dimensi saluran drainase lebar 3 m x tinggi 1,5 m , dari perhitungan rencana dimensi sistem drainase didapat nilai (Q) debit rencana tampungan sebesar $11,781 \text{ m}^3 / \text{det}$ sehingga dapat menampung besar debit selama 10 tahun mendatang.
4. Hasil analisis penampang drainase menggunakan program EPA - SWMM menunjukkan bahwa pada penampang eksisting drainase saat ini tidak mampu menampung debit banjir. Setelah dilakukan perubahan ukuran dimensi saluran drainase mampu menampung debit banjir, sehingga mampu menanggulangi debit banjir yang ada. Program ini memberikan dukungan yang efektif dalam memahami karakteristik dan kinerja sistem drainase.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka peneliti dapat menyampaikan beberapa saran / rekomendasi sebagai berikut:

1. Perencanaan ulang harus difokuskan pada optimalisasi kapasitas saluran drainase, terutama pada titik-titik yang memiliki potensi untuk menahan aliran banjir.
2. Lakukan perbaikan pada infrastruktur drainase yang membutuhkan perhatian, termasuk pemeliharaan dan perbaikan saluran yang mungkin mengalami penyempitan atau kerusakan.
3. Lakukan monitoring berkelanjutan terhadap kondisi saluran drainase setelah perencanaan ulang, guna memastikan bahwa perubahan yang diimplementasikan memberikan hasil yang diinginkan.

Dengan implementasi saran-saran di atas, diharapkan dapat meningkatkan kinerja dan ketahanan sistem drainase, serta mengurangi risiko banjir di lokasi penelitian.



DAFTAR PUSTAKA

- Adha, A. T. (2019) Tinjauan Perencanaan Drainase Pada Jalan Karya Wisata Kecamatan Medan Johor. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- Asdak, C. (2010). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Pemali-Juana. (2022). Peta Daerah Aliran Sungai (DAS).
- Buta, D. S. , Dr. H.Azis Rachman, S. M. , & Rahmaway Ntau, S. (2018). Evaluasi Sistem Drainase di Kelurahan Bugis Kota Timur Gorontalo. RADIAL juRnal perADaban salns, rekayAsa dan teknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo, 22-30.
- Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang (PUSDATARU) Provinsi Jawa Tengah. Data Curah Hujan 2013-2022.
- Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Kulon Progo. (2022). Mengenal Jenis-Jenis Drainase.
- Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Pengairan. 1980. Pedoman dan kriteria Perencanaan Teknik Irigasi. Yogyakarta.
- Farizi, D. (2015). Analisa dan Evaluasi Saluran Drainase pada Kawasan Perumnas Talang kelapa di Subdas Lambidarö Kota Palembang. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 3(1), 755-765.
- Hasmar, H. (2001). Drainasi Terapan. Yogyakarta: Ull Press.
- Kodoatie,R. J., & Sugiyanto. (2002). Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya Dalam Perspektif Lingkungan. Yogyakarta: Cetakan 1 , Pustaka Pelajar.
- Latuconsina, H. (2019). Ekologi Perairan Tropis: Prinsip Dasar Pengelolaan Sumber Daya Hayati Perairan. Yogyakarta: UGM Press.

- 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.
- 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
- Rossmann, Lewis A & Hubber W. C. 2015. Storm Water Management Reference Manual. Cincinnati, OH: U.S Environmental Protection Agency, National Risk Management Research Laboratory.
- Sosrodarsono, S. (1985). Perbaikan dan Pengaturan Sungai. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sosrodarsono, S., & Takeda, K. (1987). Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sucipto. (2008). Kajian Sedimentasi di Sungai Kali Garang dalam Upaya Pengelolaan DAS Kaligarang Semarang. Semarang: Tesis Magister 11mu Lingkungan Universitas Diponegoro
- Suita, D. , & Simorangkir, S. P. (2018). Evaluasi Sistem Drainase Untuk Menanggulangi Banjir. Buletin Utama Teknik, 21-28.
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset.+3200.