

**TESIS**

**EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE DENGAN  
MENGUNAKAN *SOFTWARE* HEC – RAS 4.10 dan EPA  
SWMM 5.1**

**(Studi Kasus Pusat Kota Jepara, Jawa Tengah)**

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan Guna Mencapai Gelar Magister  
Teknik (MT)



**Oleh :**

**SHISKA FAUZIAH**

**NIM : 20202000020**

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL  
PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG**

**2021**

**LEMBAR PERSETUJUAN TESIS**

**EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE DENGAN  
MENGUNAKAN *SOFTWARE* HEC – RAS 4.10 dan EPA SWMM 5.1  
(Studi Kasus Pusat Kota Jepara, Jawa Tengah)**

Disusun oleh :

**SHISKA FAUZIAH**

NIM : 20202000020

Telah disetujui oleh:

22 - 01 - 2022  
Tanggal, .....  
Pembimbing I,

**Prof. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA**  
NIK. 210291014

22-2-2022  
Tanggal, .....  
Pembimbing II,

**Dr. Hj. Hermin Poedjlastoeti, S.Si, M.Si.**  
NIK. 210299028



**LEMBAR PENGESAHAN TESIS**  
**EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE DENGAN**  
**MENGGUNAKAN *SOFTWARE* HEC – RAS 4.10 dan EPA SWMM 5.1**  
**(Studi Kasus Pusat Kota Jepara, Jawa Tengah)**

Disusun oleh :

**SHISKA FAUZIAH**

NIM : 20202000020

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal:

Semarang, 24 Maret 2022

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister  
(MT).

Tim Penguji

Ketua



(Prof. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA)


NIK. 210291014

Anggota I



(Dr. Hermin Poedjiastoeti, S. Si., M. Si.)  
NIK. 210299028

Anggota II



(Dr. Ir. Soedarsono, M. Si.)  
NIK. 210288011

Semarang, 04 April 2022

Ketua Program Studi,



Prof. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA  
NIK. 210291014

Dekan Fakultas Teknik,



Ir. H. Rachmat Mudyono, MT., Ph. D  
NIK. 210293018

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : SHISKA FAUZIAH

NIM : 20202000020

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang berjudul:

EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE DENGAN MENGGUNAKAN  
*SOFTWARE* HEC – RAS 4.10 dan EPA SWMM 5.1  
(Studi Kasus Pusat Kota Jepara, Jawa Tengah)

Adalah benar hasil karua saya dengan penih kesadaran bahwa saya tidak melakukan tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya tebukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 04 April 2022



Shiska Fauziah

## MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(QS. Al – Insyirah, 6 -8)



## PERSEMBAHAN

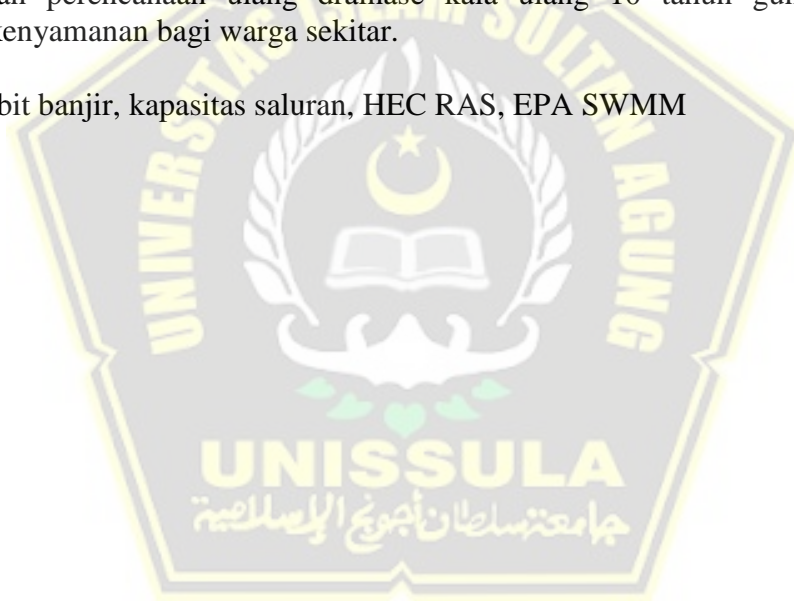
Dengan rasa syukur dan air mata bahagia penulis mempersembahkan karya tulis ini untuk orang – orang yang selalu ikhlas membimbing saya dengan kasih sayang dan ketulusan hatinya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Penulis persembahkan bagi mereka yang tetap setia diruang dan waktu kehidupan ini, penulis khususkan untuk :

- 1) Almarhumah ibu saya tercinta ibu Hj. Sri Zaechah , yang telah memberikan kasih sayang dan rasa cinta selama hidupnya. Dan nasehat – nasehat yang masih tersimpan dalam ingatan saya untuk tetap semangat dalam menjalani hidup serta tetap selalu memberikan yang terbaik untuk kedua orang tua dan menjadi kebanggaan untuk semua orang.
- 2) Kepada almarhum ayah saya H. Zaenal Arifin, sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terimakasih yang tak terhingga kepada ayah yang telah memberikan didikan, dukungan, motivasi dan doa selama hidupnya yang tiada mungkin dapat kubalas, semua itu membuatku semangat untuk terus melanjutkan dan mewujudkan cita – citaku.
- 3) Kepada kakak saya Agus Amrullah dan semua keluarga saya yang senantiasa memberikan doa dan dorongan semangat untuk menyelesaikan tugas ini, saya ucapkan terima kasih.
- 4) Bapak **Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph. D** selaku Dekan Fakultas Teknik, terimakasih atas segala informasi yang telah diberikan mengenai penyelesaian tesis ini.
- 5) Bapak **Prof. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA** selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil dan dosen pembimbing 1 saya, yang selama ini menerima saya menjadi mahasiswa bimbinganya dan terimakasih atas segala perjuangan , bantuan, motivasi, dorongan semangat, serta segala fasilitas yang diberikan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian tesis saya dengan lancar.
- 6) Ibu **Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si, M.Si.** yang selama ini membimbing saya dengan baik, sabar, dan selalu memberikan pengarahan yang terbaik sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini dengan lancar.
- 7) Kepada Bapak / Ibu Dosen yang selama ini memberikan ilmu kepada saya yang tiada mungkin dapat saya balas, namun semoga Allah SWT dapat membalas kebaikan Bapak / Ibu dengan pahala.
- 8) Kepada sahabat – sahabat serta teman – teman yang telah membantu saya dalam menyelesaikan penelitian ini kak Melano, Ersa, Yusuf, Ano, Ifan, ari, dan nuril saya ucapkan terima kasih.

## ABSTRAK

Berdasarkan data nilai lahan yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Jepara bahwa di Pusat Kota Jepara, Kecamatan Jepara pengalihan fungsi lahan untuk bangunan sangat tinggi yaitu menunjukkan persentase sebesar 70,98 %, Oleh karena itu mengakibatkan area terbuka pada Pusat Kota Jepara untuk resapan air hujan khususnya di ruas jalur utama menjadi berkurang sehingga mengakibatkan banjir dan genangan air di lokasi pusat kota maka perlu dilakukan kajian untuk menganalisis kapasitas saluran drainase tersebut. Debit rencana dihitung dengan menggunakan metode rasional dan kapasitas saluran dihitung dengan permodelan *software* HEC RAS 4.1.0 dan EPA SWMM 5.1. Dalam input hidraulika terdapat perbedaan antara HEC RAS dengan EPA SWMM untuk *software* HEC RAS data yang di input adalah debit sedangkan EPA SWMM data curah hujan, untuk input geometri pada HEC RAS dimensi saluran menggunakan titik koordinat yang menunjukkan bentuk, tinggi, lebar saluran, sedangkan untuk EPA SWMM lebih mudah dengan input secara langsung pada menu lebar, tinggi, dan bentuk saluran yang sudah disediakan pada menu *software*. Berdasarkan analisa hidraulika diperoleh dengan *software* HEC RAS 4.1.0 dan EPA SWMM 5.1. pada kala ulang 1 tahun terdapat titik banjir tersebar di beberapa daerah di Pusat Kota, yaitu Titik banjir tersebar pada saluran di ruas jalan Jl. Pemuda 3, Jl. Ki Mangunsarkoro 1(A), Jl. Ki Mangunsarkoro 2(A) dan B, Jl. Dr. Sutomo A dan B, Jl. HM. Sahid A dan B, Jl. Brigjenkatamso 1 dan 2, Jl. RA. Kartini 2 sedangkan Dalam mengatasi banjir diperlukan perencanaan ulang drainase kala ulang 10 tahun guna menciptakan keamanan dan kenyamanan bagi warga sekitar.

Kata kunci : Debit banjir, kapasitas saluran, HEC RAS, EPA SWMM



## ABSTRACT

*Based on land value data sourced from the statistics central bureau of Jepara regency that in Panggang village, Jepara district is the transfer of land function for building is very high, which shows 70,98% percentage, therefore it causes open area in Jepara for rainwater infiltration, especially in main route is reduced, so that it makes floods and puddles in central city location, it needs to conduct a study to analyze the drainage duct capacity. The design discharge was calculated using rational method, and the duct capacity was calculated using HEC RAS 4.10 and EPA SWMM 5.1 software modeling. In the hydraulic input showed the difference between HEC RAS 4.10 and EPA SWMM 5.1 for HEC RAS software the input data was discharge, while for EPA SWMM rainfall data for geometric input on HEC RAS duct dimensions used coordinate point that showed shape, height, width of the duct, while for EPA SWMM was easier with direct input on the width, height, and duct shape menus that had already provided in the software menu. Based on hydraulic analysis obtained by HEC RAS 4.1.0 and EPA SWMM 5.1 software in the 1 year return period, there were flood points spread in several areas in the city center, that were flood points spread over the duct on Pemuda 3 street, Ki Mangunsarkoro 1(A) street, Ki Mangunsarkoro 2(A) and B street, Dr. Sutomo A and B street, HM. Sahid A and B street, Brigjenkatamso 1 and 2 street, RA Kartini 2 street. Meanwhile, in resolving the floods need to re-plan the drainage for 10 years return period to create safety and comfort for local residents.*

*Keywords: flood discharge, channel capacity, HEC RAS, EPA SWMM*



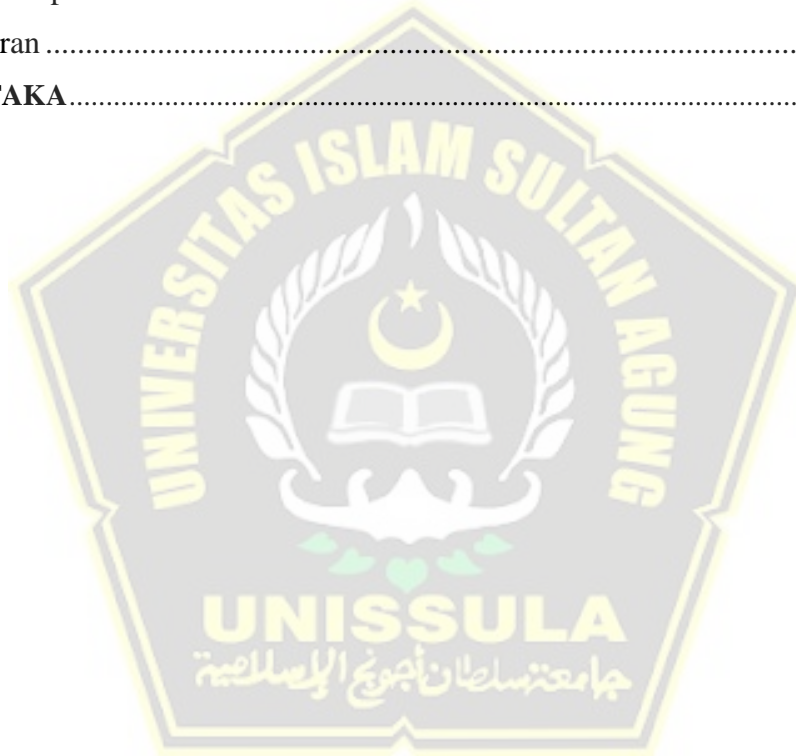


## DAFTAR ISI

TESIS .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	iii
MOTTO .....	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN .....	v
PERSEMBAHAN .....	vii
ABSTRAK .....	viii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.5 Keaslian Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Analisis Hidrologi .....</b>	<b>6</b>
2.1.1 Analisa Hujan Rata – rata.....	6
2.1.2 Perhitungan Parameter Dasar Statistik .....	8
2.1.2.1 Nilai rata – rata (mean).....	8
2.1.2.2 Deviasi standar .....	8
2.1.2.3 Koefisien variasi (coefficient of variation).....	8
2.1.2.4 Koefisien kemencengan (coefficient of swekness).....	9
2.1.2.5 Koefisien ketajaman (coefficient of kurtosis) .....	9
<b>2.1.3 Analisa Distribusi Peluang .....</b>	<b>10</b>
2.1.3.1 Distribusi Normal .....	10
2.1.3.2 Distribusi Gumbel .....	11
2.1.3.3 Distribusi Pearson Tipe III .....	13
2.1.3.4 Distribusi Log Pearson Tipe III.....	14
<b>2.1.4 Uji Kecocokan Distribusi Peluang .....</b>	<b>16</b>
2.1.4.1 Uji Chi kuadrat (Chi Square).....	16

2.1.4.2	Uji Smirnov Kolmogorov.....	18
<b>2.2</b>	<b>Analisa Hidrolika.....</b>	<b>20</b>
2.2.1	Debit Rencana .....	20
2.2.2	Analisa Kapasitas Saluran .....	23
2.2.3	Tinggi Jagaan.....	24
<b>2.3</b>	<b>Program Bantu Perencanaan Drainase.....</b>	<b>25</b>
2.3.1	HEC – RAS .....	25
2.3.2	EPA SWMM .....	26
<b>2.4</b>	<b>Penelitian Terdahulu.....</b>	<b>28</b>
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>35</b>
3.1	Rancangan Penelitian .....	35
3.2	Lokasi Penelitian .....	35
3.3	Alat dan Bahan .....	35
3.4	Tahap dan Prosedur Penelitian .....	37
<b>BAB IV.....</b>		<b>45</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>45</b>
<b>4.1</b>	<b>Kondisi Eksisting Drainase.....</b>	<b>45</b>
<b>4.2</b>	<b>Analisis Hidrologi .....</b>	<b>47</b>
4.2.1	Analisis Hujan Rata – rata.....	47
4.2.2	Analisis Parameter Statistik.....	47
4.2.3	Uji Kecocokan .....	50
4.2.4	Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang .....	53
4.2.5	Perhitungan Debit Rencana Metode Rasional.....	54
<b>4.3</b>	<b>ANALISIS HIDRAULIKA.....</b>	<b>60</b>
4.3.1	Perhitungan Kapasitas Saluran <i>software</i> HEC RAS 4.1.0 .....	61
4.3.1.1	<i>Setting Units System</i> .....	61
4.3.1.2	Data Geometri .....	62
4.3.1.3	<i>Cross Section</i> .....	65
4.3.1.4	Data Aliran dan Kondisi Batas .....	66
4.3.1.5	<i>Simulation Run</i> .....	67
4.3.2	Hasil <i>Running</i> Saluran dengan <i>software</i> HEC RAS.....	69
4.3.3	ANALISIS Perhitungan Kapasitas Saluran <i>Software</i> EPA SWMM 5.10 .....	79
4.3.3.1	<i>Setting Unit System</i> .....	79

4.3.3.2	DATA GEOMETRI .....	80
4.3.3.3	<i>Simulation Run</i> .....	83
4.3.4	Hasil <i>Running</i> Saluran dengan <i>software</i> EPA SWMM.....	83
4.3.5	Rekapitulasi <i>Node</i> Lokasi Banjir Hasil <i>Running</i> EPA SWMM .....	85
4.3.6	Perencanaan Dimensi Baru.....	86
4.3.6.1	Perencanaan Dimensi Baru dengan menggunakan <i>software</i> HEC RAS 4.1.0 .....	86
4.3.6.2	Perencanaan Dimensi Baru Dengan EPA SWMM .....	90
4.3.6.3	Evaluasi Hasil Analisis Saluran Drainase Menggunakan <i>software</i> HEC RAS dan EPA SWMM.....	93
<b>BAB V PENUTUP</b> .....		108
5.1	Kesimpulan.....	108
5.2	Saran .....	110
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		111



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Acuan Pemilihan Distribusi.....	10
Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss.....	11
Tabel 2.3 Nilai $Y_n$ .....	13
Tabel 2.4 Nilai $S_n$ .....	13
Tabel 2.5 Nilai $Y$ .....	13
Tabel 2.6 Nilai $k$ Distribusi Pearson Tipe III dan Log Pearson Tipe III.....	15
Tabel 2.7 Nilai Kritis Untuk Distribusi Uji Chi Kuadrat.....	19
Tabel 2.8 Nilai Kritis $D_0$ Uji Smirnov Kolmogorov.....	19
Tabel 2.9 Periode Ulang Hujan (PUH) untuk Perencanaan Saluran Kota dan Bangunan – bangunannya.....	19
Tabel 2.10 Koefisien Aliran untuk Metode Rasional.....	21
Tabel 2.11 Koefisien Aliran untuk Metode Rasional.....	22
Tabel 2.12 Standar Kebutuhan Air Bersih (SNI 6728.1:2015).....	23
Tabel 2.13 Koefisien Kekasaran Manning ( $n$ ).....	23
Tabel 2.14 Tinggi Jagaan Minimum untuk Saluran dari Tanah dan Pasangan.....	24
Tabel 2.15 Penelitian Terdahulu.....	34
Tabel 3.1 Periode Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota.....	39
Tabel 4.1 Rekapitulasi Curah Hujan Rata – rata Maksimum.....	47
Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Dasar Statistik Untuk Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel Tipe I.....	48
Tabel 4.3 Perhitungan Parameter Dasar Statistik Untuk Distribusi Log Normal dan Distribusi Log Pearson Tipe III.....	49
Tabel 4.4 Pemilihan Jenis Distribusi.....	50
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Chi Kuadrat pada Distribusi Gumbel Tipe I.....	51
Tabel 4.6 Perhitungan Kecocokan Chi Kuadrat pada Distribusi Log Pearson Tipe III.....	52
Tabel 4.7 Uji Kecocokan Smirnov Kolgomorov pada distribusi Log Pearson.....	52
Tabel 4.8 Tinggi Hujan pada Jam ke - $t$ .....	53
Tabel 4.9 Rekap Debit Banjir.....	59
Tabel 4.10 Dimensi Saluran Pusat Kota Jepara Sebelum Perencanaan.....	60
Tabel 4.11 Hasil Running HEC RAS.....	77
Tabel 4.12 Rekap Node Lokasi Banjir Hasil Running EPA SWMM.....	85
Tabel 4.13 Perencanaan Dimensi Baru Saluran Pusat Kota Jepara.....	87

Tabel 4.14 Rekap Hasil Perencanaan Dimensi Baru dengan software HEC RAS .....	88
Tabel 4.15 Perencanaan Dimensi Baru Saluran Pusat Kota Jepara .....	91
Tabel 4.17 Rekap Hasil Perencanaan Dimensi Baru dengan software EPA SWMM .....	92
Tabel 4.18 Penilaian fisik komponen sistem jaringan drainase.....	94
Tabel 4.19 Hasil <i>Running</i> Sedimentasi.....	94
Tabel 4.20 Indikator penilaian Kinerja Saluran drainase.....	99
Tabel 4.21 Perbedaan Perencanaan Dimensi Baru software HEC RAS dengan EPA SWMM .....	100



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sket titik-titik Curah Hujan dengan Cara Rata-Rata.....	6
Gambar 2.2 Pembagian Daerah dengan Metode Thiessen .....	7
Gambar 2.3 Pembagian Daerah dengan Metode Isohyet.....	8
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	3
Gambar 3.10 Diagram Alir Penelitian .....	43
Gambar 4.1 Banjir di Jl. Brigjen Katamso.....	45
Gambar 4.2 Banjir Di Masjid Agung Jepara Jl. RA Kartini.....	45
Gambar 4.3 Banjir di Kantor Setda Jepara Jl. RA Kartini.....	45
Gambar 4.4Banjir di Rumah Pusat Kota Jepara Jepara Jl. RA Kartini.....	45
Gambar 4.5 Kondisi Saluran di Jl. Brigjen Katamso.....	46
Gambar 4.6 Kondisi Saluran Jl. RA Kartini .....	46
Gambar 4.7 Kondisi Saluran di Jl. Mangunsarkoro.....	46
Gambar 4.8 Kondisi Saluran di Jl. Pemuda .....	46
Gambar 4.9 Contoh Luas Daerah Pengaliran .....	54
Gambar 4.10 Grafik peaking faktor for domestik wastewater flows.....	55
Gambar 4.11 Grafik Average Infiltration Rate Allowance for NewServer .....	58
Gambar 4.12 setting units system pada program bantu HEC – RAS .....	62
Gambar 4.13 Geomeri Data Saluran Panggang Pada software HEC – RAS.....	62
Gambar 4.14 Skema Saluran Drainase di Pusat Kota Jepara Pada software HEC – RAS ....	64
Gambar 4.15 Cross Section Saluran Primer Pusat Kota Jepara Pada software HEC – RAS ..	66
Gambar 4.16 steady flow data pada software HEC RAS .....	67
Gambar 4.17 set boundary data pada software HEC RAS .....	67
Gambar 4.18 running steady flow data pada software HEC RAS.....	68
Gambar 4.19 Tampilan running berhasil pada software HEC RAS .....	68
Gambar 4.20 Hasil View Cross Section dari running software HEC – RAS Jl. Pemuda (aman).....	70
Gambar 4.21 Hasil View Cross Section dari running software HEC – RAS Jl. Brigjenkatamso (tidak aman).....	72
Gambar 4.22 Profil muka air sepanjang alur software HEC – RAS.....	76
Gambar 4.23 Profil kecepatan aliran dari running software HEC – RAS .....	76

Gambar 4.24 Parameter Hidraulika Tampang melintang dari running software HEC – RAS.....	76
Gambar 4.25 Ilustrasi Penampang Melintang Saluran .....	76
Gambar 4.26 <i>Setting Unit System</i> .....	80
Gambar 4.27 <i>Setting ID Labels</i> .....	80
Gambar 4.28 Skema Saluran pada <i>software</i> EPA SWMM.....	81
Gambar 4.29 <i>Cross Section</i> pada software EPA SWMM .....	81
Gambar 4.30 <i>Subcatchment</i> pada software EPA SWMM .....	82
Gambar 4.31 <i>Input Time Series</i> pada PUH 2 Tahun.....	82
Gambar 4.32 <i>Input Simulation Option</i> pada <i>software</i> EPA SWMM .....	83
Gambar 4.33 <i>Run</i> berhasil pada <i>software</i> EPA SWMM .....	83
Gambar 4.34 <i>Run Simulation</i> Saluran Jl. Pemuda sampai Jl. HOS Cokroaminoto pada <i>software</i> EPA SWMM .....	84
Gambar 4.35 Tabel Hasil <i>Run Simulation</i> Saluran Jl. Pemuda sampai Jl. HOS Cokroaminoto pada <i>software</i> EPA SWMM .....	84
Gambar 4.36 <i>Run Simulation</i> Saluran Jl. Pemuda <i>software</i> HEC RAS (aman).....	88
Gambar 4.37 <i>Run Simulation</i> Saluran Dimensi Baru Jl. Pemuda pada <i>software</i> EPA SWMM.....	92
Gambar 4.38 Contoh Input Gradasi Sedimentasi pada Jl. Pemuda.....	95
Gambar 4.39 Input kedalaman Sedimentasi d Jl. Pemuda.....	95
Gambar 4.40 Input suhu air .....	95
Gambar 4.41 running sedimentasi.....	97
Gambar 4.42 <i>View Cross Section</i> .....	97
Gambar 4.43 Kondisi Saluran di Jl. Brigjen Katamso.....	99
Gambar 4.44 Kondisi Saluran Jl. RA Kartini.....	99
Gambar 4.45 Kondisi Saluran di Jl. Mangunsarkoro.....	100
Gambar 4.46 Kondisi Saluran di Jl. Pemuda.....	100
Gambar 4.47 Skema Saluran Drainase Pusat Kota Jepara.....	103

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan jumlah penduduk semakin meningkat mengakibatkan wilayah yaitu khususnya pada perkotaan terjadi pembangunan yang cukup signifikan sehingga kebutuhan lahan hunian yang dibutuhkan menjadi semakin meningkat. Data Penduduk di Kabupaten Jepara yang diperoleh dari BPS di Provinsi Jawa Tengah menunjukkan bahwa Kabupaten Jepara merupakan kabupaten yang tingkat pertumbuhannya sangat pesat, telah dirata – rata pertahun sejak 2017 Kabupaten Jepara mengalami pertumbuhan sebesar 2,84 %. Dari data nilai lahan yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Jepara bahwa di Pusat Kota Jepara, Kecamatan Jepara pengalihan fungsi lahan untuk bangunan sangat tinggi yaitu menunjukkan persentase sebesar 70,98 %, pengalih fungsian lahan yang tinggi dipengaruhi oleh berbagai faktor misalnya penggunaan lahan untuk perkantoran, tempat ibadah, pusat industri, pusat perbelanjaan, sekolah, dan tempat kuliner karena berada di pusat tengah kota. Oleh karena itu mengakibatkan area terbuka di Kabupaten Jepara untuk daerah peresapan air hujan khususnya dijalur utama menjadi berkurang yang mengakibatkan banjir dan genangan air di lokasi pusat kota. Berdasarkan berita yang diinformasikan oleh Radar Kudus banjir mulai terjadi pada tahun 2020 bulan januari, hujan mulai turun di wilayah kota mulai pukul 17.00 WIB dengan intensitas hujan yang tinggi. Pada pukul 19.00 WIB terjadi puncak banjir yang merendam sebagian besar wilayah perkotaan. Banjir yang terjadi tingginya mencapai 40 cm sampai 80 cm. Curah hujan mulai mereda pada pukul 22.00 WIB sehingga banjir mulai surut.

Berdasarkan kejadian di lapangan yang bersumber dari muria news pada senin (11/1/2021) ,saat hujan turun area pusat perkotaan terdapat beberapa titik genangan di alun – alun Jepara, jalan kartini, dan kawasan pecinan jepara, dan ruas jalan yang lain. Terjadinya banjir dan genangan air di pusat Kota Jepara dikarenakan pada daerah peresapan air hujan kurang berimbang oleh semakin majunya suatu daerah pemukiman. Juga drainase



yang ada pada pusat Kota Jepara kurang memadai atau tidak bisa lagi berfungsi baik dalam menampung debit banjir.

Sistem drainase sangat penting karena bagian dalam perencanaan bangunan dalam area perkotaan. setelah mengkaji ketersediaan tanah yang semakin berkurangan, sistem saluran adalah sebagian usaha guna mengurangi serta mengatasi permasalahan limpasan air pada wilayah perumahan. Secara umum, di kawasan perumahan yang mengalami banjir karena saluran saluran kurang mampu berfungsi secara sempurna. Selain itu, dalam saluran yang kurang bisa menampung luapan banjir, adalah perlu untuk memulihkan saluran dan mereka bentuk semula dimensi, ketinggian serta wujud saluran (Auzan, 2014). Berdasar pada pendapat (Zulhaqi, 2013), kapasitas saluran terjadi penurunan, salah satunya disebabkan oleh ketiadaan penyelenggaraan dan pembersihan pengendapan, sampah yang disertai tumbuhan di saluran drainase secara berkala sehingga air terhalang sampai ke hilir.

Adapun permasalahan tersebut akan dijadikan sebagai bahan untuk penelitian yaitu dengan menganalisa terjadinya banjir dan merencanakan solusi untuk pencegahan yang lebih efektif terhadap banjir yang terjadi di pusat Kota Jepara untuk memberikan kenyamanan serta keamanan untuk warga didaerah tersebut. Penelitian ini mengkaji tentang Analisa Kapasitas Saluran Drainase untuk mengevaluasi banjir berdasarkan kondisi eksisting saluran drainase memakai permodelan software HEC RAS 4.1.0 serta EPA SWMM 5.1. *Software* HEC RAS 4.1.0 . Dengan menggunakan *software* HEC RAS 4.1.0 dapat memodelkan kondisi penampang saluran melintang, profil muka air sepanjang alur, profil kecepatan aliran, simulasi 3D saluran, serta Tabel hasil *Running*. Di *software* EPA SWMM 5.1 dapat memodelkan kondisi dilapangan profil muka air sepanjang alur pada penampang memanjang dan tabel hasil *running*.

Penelitian tentang saluran drainase dengan menggunakan *software* HEC RAS dan EPA SWMM telah banyak dilakukan antara lain penelitian dari (Wigati, Soedarsono and Mutia, 2016), (Mustofa, Kusumastuti and Romdania, 2015), (Wigati, 2020), (Wardhana, 2015), (Lutfhi and Roh, 2018), (Fairizi,

2015), (Marchianti, Nurus Sakinah and Diniyah, 2017), (Rizaldi *et al.*, 2019), (HALIUC and FRANTIUC, 2012), (Shustikova *et al.*, 2019), (Rangari *et al.*, 2018) , namun belum ada penelitian yang membandingkan antara *software* HEC RAS dan EPA SWMM dalam hal menganalisis kapasitas saluran.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada latar belakang penelitian terdapat beberapa perumusan masalah adalah:

1. Bagaimana kinerja saluran drainase pada area pusat perkotaan di Pusat Kota Jepara, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara?
2. Berapakah kapasitas saluran drainase dalam kemampuannya mengalirkan debit banjir rencana berdasarkan perhitungan menggunakan *software* HEC RAS 4.1.0 dan EPA SWMM 5.1. ?
3. Bagaimana perbedaan hasil *running analysis* memakai *software* HEC RAS 4.1.0 dengan EPA SWMM 5.1. ?
4. Bagaimana solusi penanganan banjir yang terjadi pada area pusat perkotaan di Pusat Kota Jepara, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara?

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ialah:

1. Tidak dibahas perihal analisa dampak lingkungan
2. Tidak dibahas tentang pelaksanaan teknik dalam pembuatan saluran
3. Penelitian hanya dilakukan di wilayah banjir pusat Kota Jepara
4. Analisa hanya memakai *software* HEC RAS 4.1.0 serta EPA SWMM 5.1
5. Pembahasan hanya dilakukan di sistem drainase kota
6. Memperhitungkan volume banjir dengan perencanaan memakai metode rasional

## **1.4 Tujuan dan Manfaat**

Adapun tujuan Penelitian ialah:

1. Mengetahui kinerja saluran drainase pada area pusat perkotaan di Pusat Kota Jepara, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara.
2. Menganalisis kapasitas saluran drainase dalam menampung debit banjir rencana dengan memakai *software* HEC RAS 4.1.0 serta EPA SWMM 5.1.

3. Menganalisis perbedaan hasil *running analysis* memakai *software* HEC RAS 4.1.0 dengan EPA SWMM 5.1.
4. Merumuskan solusi untuk menangani banjir yang terjadi pada area pusat perkotaan di Pusat Kota Jepara, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara.

Manfaat yang didapatkan pada penelitian ialah:

1. Untuk pedoman pada perencanaan drainase khususnya di daerah perkotaan
2. Mengetahui efektifitas penggunaan *software* HEC RAS 4.1.0 serta EPA SWMM 5.1 dalam perencanaan drainase
3. Memudahkan perencanaan dengan memakai bantuan *software* HEC RAS 4.1.0 serta EPA SWMM 5.1

### 1.5 Keaslian Penelitian

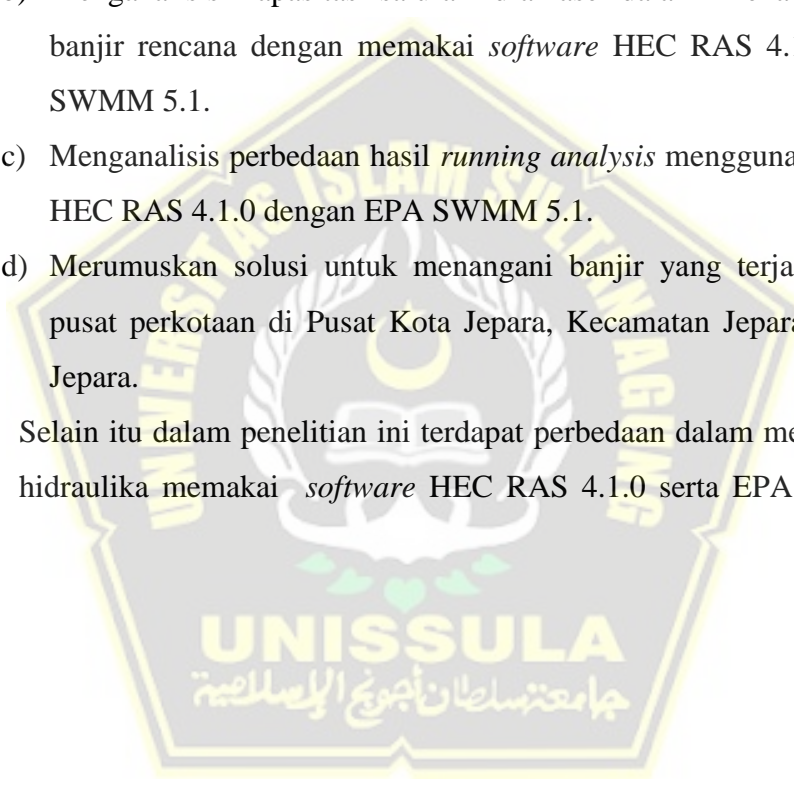
guna menunjukkan suatu orisinilitas dari penelitiannya, peneliti serta berdasarkan pada keilmuan peneliti untuk seorang penulis penelitian yang berjudul “ANALISIS KAPASITAS SALURAN DRAINASE DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE* HEC – RAS 4.10 dan EPA SWMM 5.1”, berikut adalah perbedaan penelitian dengan penelitian terdahulu:

Penelitian yang mengkaji tentang saluran drainase dengan menggunakan *software* HEC RAS dan EPA SWMM telah banyak dilakukan antara lain penelitian dari (Wigati, Soedarsono and Mutia, 2016), (Mustofa, Kusumastuti and Romdania, 2015), (Wigati, 2020), (Wardhana, 2015), (Lutfhi and Roh, 2018), (Fairizi, 2015), (Marchianti, Nurus Sakinah and Diniyah, 2017), (Rizaldi *et al.*, 2019), (HALIUC & FRANTIUC, 2012), (Shustikova *et al.*, 2019), (Rangari *et al.*, 2018) , masing – masing penelitian tersebut meneliti di lokasi yang berbeda, pada tahun yang berbeda, dan metode maupun variabel yang digunakan berbeda, pada penelitian sebelumnya yang belum terjawab adalah membandingkan hasil dari penggunaan *software* , karena sangat perlu dalam penggunaan *software* ada pembandingan dengan *software* yang serupa untuk memvalidasi hasil. Untuk detail dari perbedaan penelitian - penelitian lampau bisa dilihat pada Tabel 1.1 Penelitian Lampau.

Adapun keaslian dari penelitian ini dibanding dengan penelitian dulu yang sejenis adalah :

1. Ditinjau dari lokasi yang diteliti di pusat Kota Jepara, Pusat Kota Jepara, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah.
2. Ditinjau dari waktu penelitian dilaksanakan pada tahun 2021.
3. Variabel penelitian kinerja saluran, kapasitas saluran, debit banjir, dan solusi penanganan.
4. Dari sudut tujuan ada perbedaan :
  - a) Mengetahui kinerja saluran drainase pada area pusat perkotaan di Pusat Kota Jepara, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara.
  - b) Menganalisis kapasitas saluran drainase dalam menampung debit banjir rencana dengan memakai *software* HEC RAS 4.1.0 dan EPA SWMM 5.1.
  - c) Menganalisis perbedaan hasil *running analysis* menggunakan *software* HEC RAS 4.1.0 dengan EPA SWMM 5.1.
  - d) Merumuskan solusi untuk menangani banjir yang terjadi pada area pusat perkotaan di Pusat Kota Jepara, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara.

Selain itu dalam penelitian ini terdapat perbedaan dalam metode analisis hidraulika memakai *software* HEC RAS 4.1.0 serta EPA SWMM 5.1



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Analisis hidrologi

Analisis hidrologi begitu sangat dibutuhkan guna mengerti parameter-parameter hidrologi, seperti curah hujan serta debit rencana yang digunakan untuk bisa menganalisis saluran drainase.

##### 2.1.1 Analisis Hujan Rata-Rata

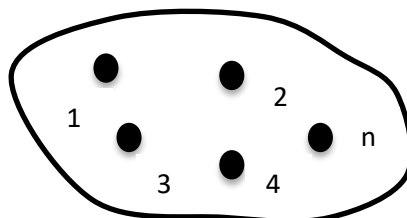
Analisis hujan rata-rata dianalisa untuk dapat menghitung serta menentukan besaran hujan rata-rata di suatu daerah tertentu. Untuk bisa mengetahui jumlah curah hujan rata-rata pada DAS (daerah aliran sungai) dapat menggunakan bermacam metode perhitungan antara lain :

###### a. Metode Tinggi Rata-Rata

Metode tinggi rata-rata dipakai guna mengetahui. Teknik ini adalah salah satu cara termudah. Yaitu dengan cara menjumlahkan nilai curah hujan pada titik-titik pengukur pada kawasan-kawasan yang sudah ditentukan kemudian membagi kepada banyaknya jumlah titik pengukur tersebut (Wesli, 2008) dengan menggunakan rumus:

$$d = \left( \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} \right) = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

- d : tinggi curah hujan rata-rata (mm)
- d<sub>1</sub>..d<sub>n</sub> : tinggi tingkat curah hujan pada titik-titik pengukur (mm)
- n : banyaknya atau jumlah titik-titik pengukur



Gambar 2.1 Sket titik-titik curah Hujan dengan cara Rata-Rata  
*Sumber : CD. Soemarto, 1995*

Dengan metode ini dapat memberikan data lebih tepat apabila titik-titik pengukur diletakan dengan adil dan merata pada diwilayah tersebut, serta data tersebut tidak berlawanan jauh dari nilai rata-rata pada semua titik didaerah yang di ukur.

b. Metode Poligon Thiessen

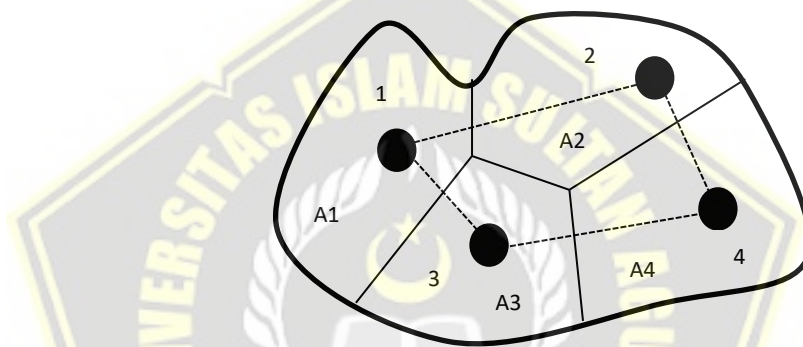
Metode Thiessen dipakai apabila posisi atau letak pengukuran hujan di wilayah kurang merata. Dicatat menggunakan rumu

$$R = \frac{R_1.A_1 + R_2.A_2 + \dots + R_n.A_n}{\Sigma A} \dots\dots\dots (2.2)$$

R : rata-rata max pada tingkat curah hujan harian.

R<sub>n</sub> : curah hujan pada titik yang ada di pengukur hujan (mm)

A<sub>n</sub> : luas daerah pengaruh di titik-titik pengukur hujan (km<sup>2</sup>)



Gambar 2.2 Pembagian wilayah menggunakan Metode Thiessen

Sumber : Wesli, 2008

c. Metode Ishohyet

Metode Ishohyet adalah metode yang kukuh guna menghitung nilai hujan rerata, tetapi sangat perlu mempunyai pengalaman dan kepakaran khusus dalam menghitung metode ini.

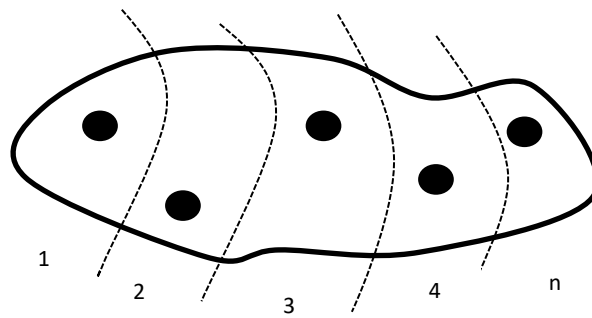
$$\bar{R} = \frac{A_1 \frac{R_1 + R_2}{2} + A_2 \frac{R_2 + R_3}{2} + \dots + A_{n-1} \frac{R_{n-1} + R_n}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1}} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$\bar{R} = \frac{A_{n-1} \frac{R_{n-1} + R_n}{2}}{\Sigma_{i=1}^n A_{n-1}}$$

$\bar{R}$  : nilai curah hujan rerata (mm)

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>.. R<sub>n</sub> : nilai curah hujan rerata isohyet (mm)

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>.. A<sub>n</sub> : luas area antar isohvet (km<sup>2</sup>)



Gambar 2.3 Pembagian wilayah menggunakan Metode Ishohyet

Sumber : Wesli, 2008

## 2.1.2 Analisis Perhitungan untuk Parameter Dasar Statistik

### 2.1.2.1 Mean (nilai rata-rata)

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad (2.4)$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

Dimana :

$\bar{X}$  = rata – rata nilai

$X_1, X_2, X_n$  = nilai ke 1, 2, ..., n

n = jumlah nilai

### 2.1.2.2 Deviasi standar

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.5)$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

S = deviasi standar

$\bar{X}$  = nilai rata – rata

$X_i$  = nilai varian ke i

N = jumlah data

### 2.1.2.3 Coefficient of variation (koeffisien variasi)

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.6)$$

Bila dinyatakan dalam persentase :

$$CV = \frac{100 S}{\bar{X}}$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

CV = koefisien variasi

$\bar{X}$  = nilai rata – rata

S = deviasi standar

#### 2.1.2.4 Coefficient of skewness (koefisien kemencengan)

$$CS = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots (2.7)$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

CS = Koefisien kemencengan

$X_i$  = nilai varian ke i

S = deviasi standar

$\bar{X}$  = nilai rata – rata

n = jumlah data

#### 2.1.2.5 Koefisien ketajaman (*coefficient of kurtosis*)

$$CK = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \dots\dots\dots (2.8)$$

(Sumber: Soewarno, 1995)

CK = Koefisien ketajaman

$X_i$  = nilai varian ke i

S = deviasi standar

$\bar{X}$  = nilai rata – rata

n = jumlah data

Urutan yang digunakan untuk dapat menganalisa besaran distribusi peluang adalah :

1. Menghitung besaran nilai statistik yang didapatkan dari data hidrologi (nilai rata – rata, CS, dan CK)
2. Berdasarkan besaran nilai statistik yang diperoleh dapat dihitung dengan perkiraan model frekuensi yang sama dengan data yang sudah ditentukan, contoh tabel 2.1



Tabel 2.1 Standar Acuan Pemilihan Distribusi

Jenis Sebaran	Syarat
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck = 3$
Gumbel Tipe I	$Cs \leq 1,1396$ $Ck \leq 5,4002$
Log Pearson Tipe III	$Cs \neq 0$
Log Normal	$Cs \leq 3Cv + Cv^2 = 3$ $Ck = 5,383$

sumber : CD. Soemarto, 1999

3. Data yang didapat akan diurutkan dari yang paling besar menuju pada yang paling kecil bahkan sebaliknya.
4. Dihitung distribusi peluang dari karakteristik data yang didapat.
5. Uji kecocokan distribusi peluang.

### 2.1.3 Analisis Distribusi Peluang

Periode ulang ialah rata-rata selang waktu terbentuknya sesuatu peristiwa ataupun sesuatu besaran tertentu ataupun lebih besar (Haan, 1977). Dalam menghitung periode ulang hujan ada tiga metode yang dapat dilakukan yaitu :

#### 2.1.3.1 Distribusi Normal

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S_d \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

$X_T$  : besarnya curah hujan (mm) rancangan untuk periode ulang tertentu

$\bar{X}$  : harga rerata curah hujan (mm)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=0}^n X_i}{n}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

$S_d$  : standar deviasi

$\bar{X}$  : nilai rata-rata (mm)

$X_i$  : nilai varian ke i

$n$  : jumlah data

K : faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi

Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss

Periode	Peluang	k	Periode Ulang T	Peluang	k	Periode Ulang T	Peluang	k
1,001	0,999	-3,05	1,430	0,700	-0,52	10,000	0,100	1,28
1,005	0,995	-2,58	1,670	0,600	-0,25	20,000	0,050	1,64
1,010	0,990	-2,33	2,000	0,500	0	50,000	0,200	2,05
1,050	0,950	-1,64	2,500	0,400	0,25	100,000	0,010	2,33
1,110	0,900	-1,28	3,330	0,300	0,52	200,000	0,005	2,58
1,250	0,800	-0,84	4,000	0,250	0,67	500,000	0,002	2,88
1,330	0,750	-0,67	5,000	0,200	0,84	1,000,000	0,001	3,09

Sumber: Soewarno, 1995

### 2.1.3.2 Distribusi Gumbel

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S_d \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

$X_T$  : besarnya curah hujan (mm) rancangan untuk periode ulang tertentu

$\bar{X}$  : harga rerata curah hujan (mm)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=0}^n X_i}{n} \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana :

$S_d$  : standar deviasi

$\bar{X}$  : nilai rata-rata (mm)

$X_i$  : nilai varian ke i

$n$  : jumlah data

K : faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi

Untuk menghitung faktor frekuensi dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$k = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana

$Y_T$  : *reduced variate* sebagai fungsi periode ulang T

$Y_n$  : *reduced mean* untuk fungsi dari banyaknya jumlah data  $n$

$S_n$  : *reduced standar deviasi* untuk fungsi dari banyaknya jumlah data  $n$

Jadi dengan menggantikan tiga persamaan di atas, didapatkan :

$$X_T = X + \frac{S_x}{S_n} (Y_T - Y_n) \dots\dots\dots (2.15)$$

Jika :

$$\frac{1}{a} = \frac{S_x}{S_n} \dots\dots\dots (2.16)$$

$$b = X - \frac{S_x}{S_n} Y_n$$

Maka persamaan diatas menjadi

$$X_T = b + \frac{1}{a} Y_T$$

Koefisien skewness

$$C_s = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{S_d^3} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana :

$C_s$  : koefisien skewness

$\bar{X}$  : nilai rata-rata

$X_i$  : nilai varian ke  $i$

$n$  : jumlah data

Koefisien Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) S_d^4} \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

$C_k$  : koefisien kurtosis

$\bar{X}$  : nilai rata-rata

$X_i$  : nilai varian ke  $i$

$n$  : jumlah data

lebih lengkapnya nilai  $Y_n$ ,  $S_n$ , dan  $Y$  dijelaskan pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.49	0.49	0.50	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.52	0.52
20	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
30	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
40	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54
50	0.54	0.54	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
60	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
70	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
80	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
90	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
10	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56

Sumber: Soewarno, 1995

Tabel 2.4 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.94	0.96	0.98	0.99	10.0	10.2	10.3	10.4	10.4	10.5
20	10.6	10.6	10.7	10.8	10.8	10.9	10.9	11.0	11.0	11.0
30	11.1	11.1	11.1	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3	11.3	11.3
40	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
50	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.7	11.7	11.7
60	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8
70	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.8	11.9	11.9	11.9	11.9
80	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	12.0
90	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
10	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0

Sumber: Soewarno, 1995

Tabel 2.5 Nilai Y

Periode Ulang (tahun)	Reduced Variate	Periode Ulang (tahun)	Reduced Variate
2	0.3665	100	46.001
5	19.940	200	52.960
10	22.502	500	62.140
20	29.606	1000	69.190
25	31.985	5000	85.390
50	39.019	10000	99.210

Sumber: Soewarno, 1995

### 2.1.3.3 Distribusi Pearson Tipe III

Persamaan distribusi pearson tipe III yang digunakan yaitu :

$$X = \bar{X} + K \cdot S \quad \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

$X_{\square}$  : besarnya nilai curah hujan (mm) rencana pada periode ulang tertentu

$\bar{X}$  : harga rata – rata tingkat curah hujan (mm)

S : deviasi standar

k : faktor sifat dari distribusi pearson Tipe III

#### 2.1.3.4 Distribusi Log Pearson Tipe III

$$\text{Log } X_t = \overline{\text{Log } X} + (G \times S) \quad \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana :

$X_t$  : besarnya curah hujan dengan periode t (mm)

$\overline{\text{Log } X}$  : rata-rata nilai logaritma data x hasil pengamatan (mm)

(S) : Standar deviasi nilai logaritma data x hasil pengamatan

Persamaan yang digunakan adalah :

Nilai rata-rata

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum \log x}{n} \quad \dots\dots\dots (2.21)$$

Standar deviasi :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (2.22)$$

$C_s$  = Koefisien kepengcangan

$$= \frac{n \sum (\log X - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3} \quad \dots\dots\dots (2.23)$$

$C_k$  = Koefisien kurtosis

$$= \frac{n^2 \sum (\log X - \overline{\text{Log } X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S \log X)^4} \quad \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana :

x : curah hujan (mm)

$\overline{\text{Log } X}$  : Rerata Log x

G : faktor frekuensi

Tabel 2.6 Nilai k Distribusi Pearson Tipe II dan Log Pearson Tipe III

Interval kejadian, tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef.G persentase peluang terlampaui								
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,469	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,490	1,238	2,267	3,071	3,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,922	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-4,051	-0,420	0,396	0,636	0,606	0,666	0,666	0,667

Sumber : Suripin, 2003

### 2.1.4 Uji Kecocokan Distribusi Peluang

guna memilih kecocokan nomor distribusi frekuensi daripada data contoh yang diperoleh terhadap fungsi distribusi peluang yang dianggarkan untuk menerangkan distribusi frekuensi, uji parameter diperlukan. Uji yang dikemukakan ialah:

1. Chi Square (Chi kuadrat)
2. Smirnov-Kolgomorov

#### 2.1.4.1 Chi Square (Uji Chi Kuadrat)

Guna penentu distribusi kesempatan yang sudah terpilih boleh terwakili distribusi statistik contoh data yang dianalisa, uji Chi kuadrat digunakan. Pengambilan keputusan ujian digunakan parameter  $X^2$ , oleh sebab itu disebut uji Chi kuadrat. Parameter  $X^2$  boleh dihitung dengan formula di bawah:

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana :

$X_h^2$  : Parameter chi kuadrat terhitung

G : Jumlah sub kelompok

$O_i$  : Jumlah nilai pengamatan

$E_i$  : Jumlah nilai teoritis

Tahapan- tahapan uji *chi kuadrat* ialah

1. Mengurutkan data pengamat dari rendah menuju tinggi
2. Jumlah data pengamat ( $O_j$ ) di setiap sub kelompok
3. Jumlah data persamaan distribusi yang digunakan ( $E_j$ )
4. Tiap kelompok menggunakan rumus :  $(O_j - E_j)^2$  dan  $(O_j - E_j)^2/E_j$
5. Jumlah seluruhnya memakai harga chi square ( $X^2$ )
6. Menentukan derajat kebebasan  $(dk) = G - R - 1$  ( $R$  dianggap 0,  $G =$  interval kelas)

Hasilnya :

1. Jika peluang  $>5\%$ , distribusi teoritis diterima

2. Jika peluang <1%, distribusi teoritis tidak diterima
3. Jika peluang antara 1-5%, tidak memungkinkan diambil keputusan.

Guna memahami nilai derajat keyakinan dengan berdasar derajat kebebasan, bisa diketahui dalam table 2.7 bahwa perkiraan distribusi bisa diterima jika  $X_h^2 < X^2$ .

Dimana :

$X_h^2$ : Parameter chi kuadrat terhitung

$X^2$ : Nilai Kritis berdasar pada derajat kepercayaan serta derajat kebebasan

Tabel 2.7 Nilai Kritis Untuk Distribusi Uji Chi Kuadrat

Dk	Derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,69	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	3,940	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	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,161	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,191	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	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



Tabel 2.7 Lanjutan Tabel

Dk	Derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,52	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
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	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber: suripin 2003

#### 2.1.4.2 Uji Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan smirnov kolmogorov, bisa diucap uji kecocokan non parametrik, sebab dalam pengujinya tidak memakai guna distribusi tertentu, untuk tahapannya adalah:

1. Menyusun informasi dari yang sangat kecil maupun dapat kebalikannya serta tentukan besarnya nilai kesempatan masing– masing dari informasi tersebut.
2. memastikan nilai setiap peluang teori yang diperoleh daripada hasil gambaran informasi (persamaan distribusi).
3. Daripada dua nilai kesempatan tersebut, maka penentuan perbedaan terbesar antara peluang serta pengamatan dengan peluang teori.
4. Bersumber pada tabel 2. 8 nilai kritis(smirnov kolgmorov test) menentukan harga Do.

Tabel 2.8 Nilai Kritis Do Uji Smirnov Kolmov

Jumlah data n	$\alpha$ derajat kepercayaan			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n > 50	$1,07/n^{0,5}$	$1,22/n^{0,5}$	$1,36/n^{0,5}$	$1,63/n^{0,5}$

Sumber; Soewarno 1995

Jika  $D < D_0$ ;  $D_0$  hingga dinyatakan distribusi teoritis yang dipakai buat memastikan persamaan dari distribusi bisa diterima, jika  $D > D_0$  hingga dinyatakan bahawa distribusi teoritis yang dipakai guna memastikan persamaan dari distribusi tidak bisa diterima.

### 2.1.5 Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang

Jumlah nilai distribusi hujan yang dirancang ditentukan dengan dasar mempertimbangkan antara nilai sosial serta ekonomi wilayah yang dikaji. Terdapat juga nilai bagi periode ulang hujan di wilayah dengan nilai urgensi serta nilai sosial ekonomi, yang bisa dilihat dalam tabel 2. 9.

Table 2.9 Periode Ulang Hujan (PUH) untuk Perencanaan Saluran kota Dan Bangunan-bangunannya

No	Distribusi	PUH (tahun)
1	Saluran Mikro Pada Daerah	
	Lahan rumah, taman, kebun, kuburan, lahan	2
	Kesibukan dan perkantoran	5
	Perindustrian	
	Ringan	5
	Menengah	10
	Berat	25
2	Super berat/proteksi negara	50
	Saluran Tersier	
	Resiko kecil	2
	Resiko besar	5

Tabel 2.9 Lanjutan Tabel

No	Distribusi	PUH (tahun)
3	Saluran Sekunder	
	Tanda resiko	2
	Resiko kecil	5
	Resiko besar	10
	4 Saluran Primer (Induk)	
	Tanda resiko	5
	Resiko kecil	10
	Resiko besar	25
	Atau :	
	Luas DAS (25 A 50) Ha	5
	Luas DAS (50 A 100) Ha	5-10
	Luas DAS (100 A 1300) Ha	5-10
	Luas DAS (1300 A 6500) Ha	25-50
5	Pengendali Banjir Makro	100
6	Gorong-Gorong	
	Jalan raya biasa	10
	Jalan by pass	25
	Jalan ways	50
7	Saluran Tepian	
	Jalan raya biasa	5-10
	Jalan by pass	10-25
	Jalan ways	25-50

Sumber : SDMP

Surabaya Drainage Master Plan, 2012

## 2.2 Analisis Hidrolika

### 2.2.1 Debit Rencana

Debit rencana ialah suatu debit maksimal yang nantinya dialirkan menuju saluran drainase guna menanggulangi terjadinya genangan air pada drainase.

Metode yang berguna menentukan besarnya debit rencana :

Metode Rasional

$$Q_{\max} = 0,00278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2.26)$$

dimana,

$Q_{\max}$  = debit puncak/maksimum ( $m^3/detik$ )

C = koefisien aliran permukaan ( $0 \leq C \leq 1$ )

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah aliran (Ha)

Tabel 2.10 Koefisiensi aliran untuk Metode Rasional

Diskripsi Lahan / Karakter Permukaan		Koefisien Aliran (C)
Bisnis	Perkotaan	0,70 - 0,95
	Pinggiran	0,50 - 0,70
Perumahan	Rumah tinggal	0,30 - 0,50
	Multi unit, terpisah	0,40 - 0,60
	Multi unit, tergabung	0,60 - 0,75
	Apartemen	0,50 - 0,70
	Perkampungan	0,25 - 0,40
Industri	Ringan	0,50 - 0,80
	Berat	0,60 - 0,90
Perkerasan	Aspal dan beton	0,70 - 0,95
	Batu bata, paving	0,50 - 0,70
Atap	-	0,70 - 0,95
Halaman, tanah berat	Datar, 2%	0,05 - 0,10
	Rata-rata, 2-7%	0,10 - 0,15
	Curam, 7%	0,15 - 0,20
Halaman kereta api	-	0,10 - 0,35
Tempat-tempat bermain	-	0,20 - 0,35
Taman perkuburan	-	0,10 - 0,25
Hutan	Datar, 0 - 5%	0,10 - 0,40
	Bergelombang 5-10%	0,25 - 0,50
	Berbukit 10-30%	0,30 - 0,60

Sumber : Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan, Andi, (Suripin, 2003)

Adapun fungsi dari Tabel 2.10 adalah untuk mengetahui nilai koefisien pengaliran yang ditinjau dari deskripsi lahan dan karakter permukaan daerah, nilai koefisien pengaliran akan berfungsi pada rumus perhitungan debit dengan menggunakan metode rasional.

Tabel 2.11 Koefisien Aliran untuk Metode Rasional

Koefisien aliran $C = C_t + C_s + C_v$		
Topografi ( $C_t$ )	Tanah ( $C_s$ )	Vegetasi ( $C_v$ )
Datar (<1%) 0,03	Pasir dan gravel 0,04	Hutan 0,04
Bergelombang (1 – 10%) 0,08	Lempung berpasir 0,08	Pertanian 0,11
Perbukitan (10 – 20%) 0,16	Lempung dan lanau 0,16	Padang rumput 0,21
Pegunungan (>20%) 0,26	Lapisan batu 0,26	Tanpa tanaman 0,28

Sumber : Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan, Andi, (Suripin, 2003)

Adapun fungsi dari Tabel 2.11 adalah untuk mengetahui nilai koefisien pengaliran yang ditinjau dari topografi, jenis tanah dan vegetasi, nilai koefisien pengaliran akan berfungsi pada rumus perhitungan debit dengan menggunakan metode rasional.

a) Debit Air Limbah Domestik

$$Q_{\text{ave air limbah}} = 80\% \times Q_{\text{air}} \times \text{jumlah penduduk} \dots \dots \dots (2.27)$$

b) Debit Air Limbah Non Domestik

Perhitungan Debit Air Limbah Non Domestik

$$Q_{\text{fasilitas}} = \sum \text{fasilitas} \times Q_{\text{air bersih}} \dots \dots \dots (2.28)$$

$$Q_{\text{ave total}} = Q_{\text{domestik}} + Q_{\text{non domestik}} \dots \dots \dots (2.29)$$

c) Debit Puncak ( $Q_{\text{peak}}$ )

$$Q_{\text{peak}} = Q_{\text{ave}} \times f_{\text{peak}} \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan

- $Q_{\text{air}}$  = Debit air bersih ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $\sum \text{fasilitas}$  = Jumlah Fasilitas
- $Q_{\text{peak}}$  = Debit Puncak ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $f_{\text{peak}}$  = faktor peak
- $Q_{\text{ave}}$  = Debit air limbah ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

Tabel 2.12 Standar Kebutuhan Air Bersih (SNI 6728.1:2015)

No	Kategori	Jumlah Penduduk	Pemakaian Air (lt/hari/jiwa)
1	Metropolitan	> 1.000.000	150-220
2	Kota besar	500.000 – 1.000.000	120-150
3	Kota Sedang	100.000 – 500.000	110 -125
4	Kota Kecil	20.000 – 100.000	90 -110
5	Semi urban	3.000 – 20.000	60-90

Sumber :SNI 6728:2015

### 2.2.2 Analisa Kapasitas Saluran

Kapasitas saluran ialah debit maksimal yang bisa ditampung oleh saluran. Dengan menggunakan formula untuk menghitung kapasitas seperti berikut::

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots (2.27)$$

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot A \dots\dots\dots (2.28)$$

(Sumber : Suripin, 2004)

Dimana :

- V : kecepatan saluran (m/s)
- n : koefisien kekasaran
- R : jari – jari hidrolis (m)
- S : kemiringan saluran
- I : intensitas hujan (mm/jam)
- A : luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

Tabel 2.13 Koefisien Kekasaran Manning (n)

Tipe Saluran	n
Saluran dari pasangan batu tanpa plengsengan	0,025
Saluran dari pasangan batu dengan plengsengan	0,015
Saluran dari beton	0,017
Saluran alam dengan rumput	0,020
Saluran dari batu	0,025

Sumber :Chow, 1989

Salah satu contoh rumus geometris penampang saluran :

a. Saluran dengan Penampang Persegi

$$A = b.h \dots\dots\dots (2.29)$$

$$P = b + 2.h \dots\dots\dots (2.30)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.31)$$

b. Saluran Penampang Trapesium

$$A = (b + z.h)h \dots\dots\dots (2.32)$$

$$P = b + 2.h \times \sqrt{1 + z^2} \dots\dots\dots (2.33)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.34)$$

Dimana :

A = luas penampang basah (m<sup>2</sup>)

b = lebar dasar saluran (m)

h = tinggi muka air (m)

z = kemiringan dinding saluran

R = jari – jari hidrolis (m)

P = keliling basah (m)

### 2.2.3 Tinggi Jagaan

Ketinggian jagaan saluran ialah jarak menegak pada bahagian atas benteng menuju paras air dalam keadaan perancangan. Ketinggian jagaan berdasar pada komponen saluran boleh dilihat dalam tabel 2.14

Tabel 2.14 Tinggi Jagaan Minimum untuk Saluran dari Tanah dan Pasangan

Komponen	Tinggi jagaan (m)
Saluran tersier	0,10 - 0,20
Saluran sekunder	0,20 - 0,40
Saluran primer	0,40 - 0,60
Sungai ( <i>Basin drainage</i> )	1,00

Sumber : SDMP – Surabaya Drainage Master Plan, 2012

## 2.3 Program Bantu Perencanaan Drainase

### 2.3.1 HEC – RAS

HEC– RAS (*The Hydrologic Engineering Center– River Analysis System*) merupakan aplikasi ataupun sesuatu program bantu buat permodelan hidrolika aliran air pada sungai natural maupun pada saluran buatan. Aplikasi ini dimodelkan satu ukuran, kalau tidak terdapat permodelan secara langsung dari dampak pergantian wujud ukuran hidrolika, belokan, serta aspek aliran 2 ataupun apalagi 3 ukuran yang lain. HEC– RAS analisis hidrolika memakai 2 jenis ialah pada aliran tetap (*steady flow*) serta aliran tidak tetap (*unsteady flow*). Informasi yang dimasukkan buat dalam analisis hidrolika pada aplikasi HEC– RAS merupakan:

1. Informasi geometri dari saluran drainase, ialah koordinat x serta y, buat penampang melintang serta Koefisien Manning
2. Informasi Debit (Aliran)

Dalam aplikasi HEC– RAS, dimana penampang saluran ditetapkan terlebih dulu, sehabis itu luas penampang hendak dihitung. Pendekatan yang dicoba pada HEC– RAS merupakan membagi zona sesuatu penampang bersumber pada nilai n (koefisien kekasaran manning). Tiap aliran air yang terjalin pada penampang, dihitung memakai persamaan manning:

$$Q = K \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots (2.35)$$

$$K = \frac{1,486}{n} A R^{2/3} \dots\dots\dots (2.36)$$

Dimana :

Q = debit hidrolika

S = kemiringan saluran

K = nilai pengantar aliran pada unit

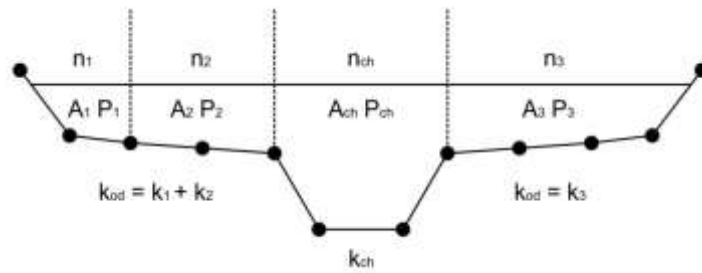
n = koefisien kekasakan manning

A = luas bagian penampang

R = jari – jari hidrolik

Perhitungan besarnya nilai K dapat dihitung dari kekasaran manning bagian penampang tersebut, yang terlihat seperti pada gambar 2.8





Gambar 2.8 Contoh Penampang Saluran dalam HEC – RAS  
 Sumber : Istiarto, 2018

Sehabis penampang telah ditetapkan hingga HEC– RAS hendak menganalisis sesuatu profil aliran, dimana dalam menganalisis profil aliran HEC– RAS memakai 2 tipe model, ialah aliran *steady* serta *unsteady*. Buat aliran *steady* digunakan buat kecepatan tidak berganti– ganti sepanjang jarak masa tertentu, sebaliknya aliran *unsteady* digunakan pada aliran yang parameter kecepatan alirannya berganti– ganti.

### 2.3.2 EPA SWMM

Aplikasi EPA SWMM( *Enviromental Protection Agency Storm Water Management Model*) tipe 5. 0 EPA SWMM ialah suatu aplikasi yang terbuat buat memodelkan simulasi dari hujan run off.“ aplikasi ini sanggup buat mensimulasikan pengaruh dari hujan run off pada sesuatu daerah pada sistem drainasenya dalam jangka pendek ataupun panjang, tidak hanya itu pula mempunyai sarana alternatif buat menevaluasi permasalahan genangan air” (Marchianti, Nurus Sakinah and Diniyah, 2017).

Input data yang diperlukan *software* ini adalah :

1. *Rain Gage*

Pada SWMM obyek *rain gage* digunakan guna menunjukan input data menuju sistem.Dimana *Rain gage* yang mengirim data prespitasi guna satu dan bahkan lebih dari satu *subcatchment* area di wilayah yang ditentukan.

2. *Subcatchment*

*Subcatchment* yaitu suatu unit hidrologi dari tanah dimana pada topografi serta element dari sistem drainase menampilkan permukaan *runoff* .

3. *Junction*

*Junction* merupakan titik bertemunya dari saluran, got pada sistem pembuangan, serta pipa penghubung.

4. *Conduit/Links*

*Conduit* dapat diartikan saluran yang mengalirkan air. SWMM menggunakan rumus Manning dalam menghitung debit ( $Q$ ), luas penampang ( $A$ ), jari-jari hidraulis ( $R$ ), dan kemiringan ( $S$ ).

5. *Outfalls*

*Outfall* merupakan titik terminal dari sistem drainase biasanya yang ditetapkan pada akhir dari batas suatu hilir.

6. *Flow Divider*

*Flow divider* adalah suatu sistem drainase dimana *inflow* dialihkan pada *conduit* tertentu. Suatu *flow divider* boleh mempunyai tidak lebih dari dua *conduit* pada satu sistemnya.

7. *Storage units*

*Storage units* merupakan penyediaan volume pada tampungan. Fasilitas tampungan besarnya dapat sekecil kolam ataupun sebesar danau.

8. *Pumps*

*Pumps* berfungsi untuk menaikkan air maupun meninggikan elevasi air. Keadaan hidup dan mati pompa bisa diatur secara dinamik pada sepanjang pengaturan ataupun kontrol yang ditetapkan oleh pengguna.

9. *Flow Regulators*

*Flow regulators* struktur ataupun sarana yang digunakan dalam mengontrol maupun mengalihkan aliran.

## 2.4 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.15 Penelitian Terdahulu

No	Judul dan Peneliti	Tujuan	Metode	Variabel	GAP
1	Model Analisis Efektivitas Saluran Drainase Menggunakan <i>Software</i> HEC – RAS (Wigati, 2020)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mengetahui kapasitas saluran drainase keadaan eksisting masih sanggup ataupun tidak dalam menampung debit banjir rencana buat periode kala ulang 5, 10, serta 20 tahun.</li> <li>2) Mengetahui kapasitas debit saluran drainase yang sanggup menampung debit banjir periode kala ulang 5, 10, serta 20 tahun.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Curah Hujan menggunakan persamaan monohobe</li> <li>• Metode Rasional menghitung debit banjir</li> <li>• Analisis Hidraulika menggunakan HEC - RAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debit Banjir</li> <li>• Periode Ulang</li> <li>• Kapasitas Saluran</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu penelitian</li> <li>• Tempat penelitian</li> <li>• Tujuan penelitian</li> <li>• Metode yang digunakan dalam menghitung curah hujan</li> <li>• <i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (pada penelitsn terdahulu tidak membandingkan dengan <i>software</i> HEC – RAS dengan EPA SWMM)</li> </ul>
2	Analisis Hidrologi dan Hidrolika pada saluran Drainase Ramanuju Hilir Kota (Menggunakan Program HEC – RAS) (Mustofa, Kusumastuti and Romdania, 2015)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mengetahui hasil dari analisis hidrologi keseriusan hujan pada kala ulang 2, 5, serta 10 tahun.</li> <li>2) Mengetahui kapasitas</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode Rasional menghitung debit banjir</li> <li>• Analisis Hidraulika menggunakan HEC - RAS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensitas Hujan</li> <li>• Kala ulang</li> <li>• Kapasitas saluran</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu penelitian</li> <li>• Tempat penelitian</li> <li>• Tujuan penelitian</li> <li>• Metode yang digunakan dalam menghitung curah hujan</li> </ul>



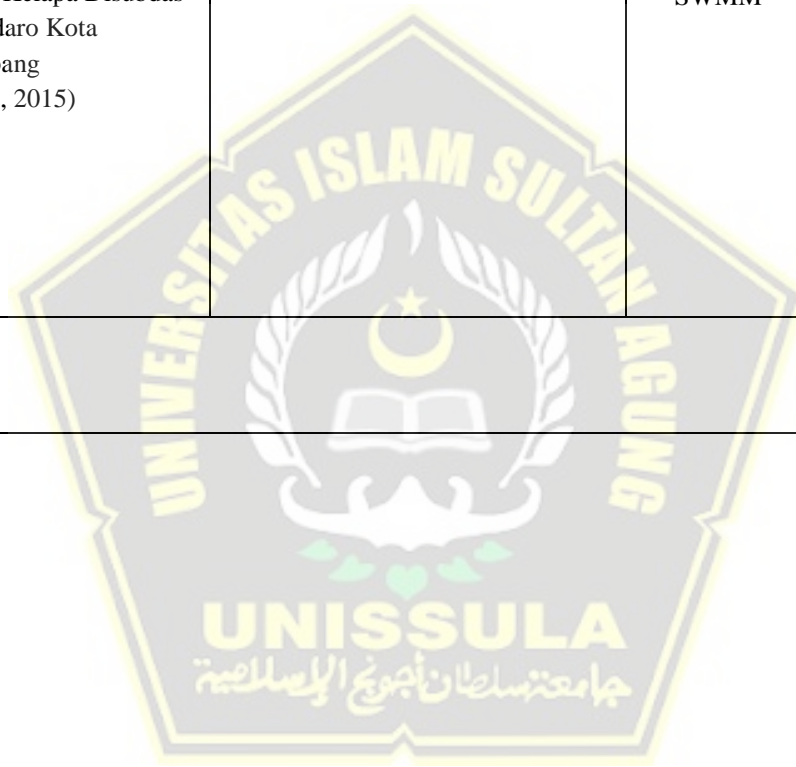
Tabel 2.15 Lanjutan Tabel

No	Judul dan Peneliti	Tujuan	Metode	Variabel	GAP
		saluran			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (<i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (pada penelitsn terdahulu tidak membandingkan dengan <i>software</i> HEC – RAS dengan EPA SWMM))</li> </ul>
3	Analisis Banjir Menggunakan <i>Software</i> HEC RAS 4.1.0 (Studi Kasus Sub – DAS Ciberang HM 0+00 HM 34+00) (Wigati, Soedarsono and Mutia, 2016)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mengetahui debit sungai Ciberang hingga Q50</li> <li>2) Mengatasi permasalahan banjir di sungai Ciberang.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• metode survey lapangan serta wawancara</li> <li>• metode HSS SCS serta snyder untuk menghitung debit banjir.</li> <li>• permodelan aplikasi HEC–RAS sungai.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debit Banjir</li> <li>• Kondisi eksisting sungai</li> <li>• Normalisasi sungai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objek yang diteliti</li> <li>• Waktu penelitian</li> <li>• Tempat penelitian</li> <li>• Tujuan penelitian</li> <li>• Metode yang digunakan dalam menghitung curah hujan</li> <li>• Metode survey lapangan</li> <li>• Metode yang dugunakan dalam menghitung debit banjir</li> </ul>

No	Judul dan Peneliti	Tujuan	Metode	Variabel	GAP
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (<i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (pada penelitsn terdahulu tidak membandingkan dengan <i>software</i> HEC – RAS dengan EPA SWMM)</li> </ul>
4	Analisis Transpor Sedimen Sungai Opak Dengan Menggunakan Program HEC-RAS 4.1.0 (Wardhana, 2015)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Mengevaluasi pergantian kapasitas debit penampang sungai akibat sedimen.</li> <li>2) Mengevaluasi transpor sedimen yang terjalin pada sungai serta penggal sungai.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulasi model jaringan sungai pada keadaan <i>steady</i> serta <i>unsteady</i>.</li> <li>• Simulasi transpor sedimen pada keadaan quasi <i>unsteady flow</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transpor sedimen</li> <li>• Kapasitas Transpor sedimen</li> <li>• Tampang melintang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objek yang diteliti</li> <li>• Waktu penelitian</li> <li>• Tempat penelitian</li> <li>• Tujuan penelitian</li> <li>• <i>Software</i> yang digunakan (<i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (pada penelitsn terdahulu tidak membandingkan dengan <i>software</i> HEC – RAS dengan EPA SWMM)</li> </ul>



No	Judul dan Peneliti	Tujuan	Metode	Variabel	GAP
5	Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Program SWMM 5.1 Di Perumahan Tasmania Bogor, Jawa Barat (Lutfhi and Roh, 2018)	1) Mengetahui kapasitas saluran drainase dengan memakai digunakan aplikasi EPA SWMM 5. 1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode rasional untuk menghitung debit banjir</li> <li>• Metode horton untuk menghitung infiltrasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapasitas saluran drainase</li> <li>• Normalisasi saluran</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu penelitian</li> <li>• Tempat penelitian</li> <li>• Tujuan penelitian</li> <li>• <i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (<i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (pada penelitian terdahulu tidak membandingkan dengan <i>software</i> HEC – RAS dengan EPA SWMM)</li> </ul>
6	Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa Disubdas Lambidaro Kota Palembang (Fairizi, 2015)	1) Menganalisis dan mengetahui ukuran saluran drainase	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode Rasional dalam menghitung debit banjir</li> <li>• Analisis hidraulika EPA SWMM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensi Saluran</li> <li>• Intensitas hujan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu penelitian</li> <li>• Tempat penelitian</li> <li>• Tujuan penelitian</li> <li>• Metode yang digunakan dalam menghitung curah hujan</li> <li>• Metode survey lapangan</li> <li>• Metode yang digunakan dalam menghitung debit banjir</li> </ul>



No	Judul dan Peneliti	Tujuan	Metode	Variabel	GAP
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• Software yang digunakan dalam analisis hidraulika (Software yang digunakan pada penelitian terdahulu tidak membandingkan dengan software HEC – RAS dengan EPA SWMM)</li> </ul>
7	Kajian Evaluasi Sistem Drainase Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember (Marchianti, Nurus Sakinah and Diniyah, 2017)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Memperhitungkan kinerja saluran drainase yang ada di Jalur Srikoyo.</li> <li>2) Mengetahui perancangan drainase di Jalur Srikoyo supaya tidak terjalin banjir.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode Rasional dalam menghitung debit banjir</li> <li>• Analisis hidraulika EPA SWMM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinerja Saluran</li> <li>• Perencanaan Drainase</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu penelitian</li> <li>• Tempat penelitian</li> <li>• Tujuan penelitian</li> <li>• <i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (<i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (pada penelitian terdahulu tidak membandingkan dengan <i>software</i> HEC – RAS dengan EPA SWMM)</li> </ul>



No	Judul dan Peneliti	Tujuan	Metode	Variabel	GAP
8	<i>Design of Drainage system on industrial area kampung cina, dobo city, aru islands regency, based on eco drainage using with HEC-RAS 4.0</i> (Rizaldi <i>et al.</i> , 2019)	1) Mendapatkan desain sistem drainase untuk di kawasan industri kampung cina.	<ul style="list-style-type: none"> <li>metode yang digunakan dalam proyek ini adalah analisis yang menggunakan data primer dan data sekunder.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dimensi Saluran</li> <li>Debit Banjir Rencana</li> <li>Bak Penampung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waktu penelitian</li> <li>Tempat penelitian</li> <li>Tujuan penelitian</li> <li><i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (<i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (pada penelitsn terdahulu tidak membandingkan dengan <i>software</i> HEC – RAS dengan EPA SWMM)</li> </ul>
9	<i>A Study case Baranca Drainage Basin flash-floods using the hydrological model of HEC – RAS</i> (HALIUC and FRANTIUC, 2012)	1) Mengetahui studi dan metodologi dengan informasi mengenai program Hec-Ras dan HecGeo-Ras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode simulasi banjir dengan Hec-Ras dan HecGeo-Ras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Panjang Curah Hujan</li> <li>Debit Banjir</li> <li>Kondisi Realif tanah</li> <li>Kemiringan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waktu penelitian</li> <li>Tempat penelitian</li> <li>Tujuan penelitian</li> <li><i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (<i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (pada penelitsn terdahulu tidak membandingkan dengan <i>software</i> HEC –</li> </ul>





No	Judul dan Peneliti	Tujuan	Metode	Variabel	GAP
					RAS dengan EPA SWMM)
10	<i>Comparing 2D Capabilities of HEC – RAS and Lisflood- FP on Complex Topography</i> (Shustikova et al., 2019)	2) Untuk mengetahui perbandingan dalam menganalisis banjir di Sungai Secchia dengan menggunakan model HEC-RAS dan LISLOOD-FP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Metode pengukuran lapangan dan tafsirannya dilakukan oleh tim survey</li> <li>• Membandingkan metode peta biner (kawasan basah dan kering) kawasan simulasi dan diperhatikan dengan menggunakan ukuran kinerja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensi Sungai</li> <li>• Debit Banjir</li> <li>• Luasan Banjir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objek yang diteliti</li> <li>• Waktu penelitian</li> <li>• Tempat penelitian</li> <li>• Tujuan penelitian</li> <li>• <i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (tidak membandingkan dengan <i>software</i> lain)</li> <li>• Tujuan penelitian</li> <li>• Metode yang digunakan</li> </ul>
11	<i>Simulation of Urban Drainage Using a Strom Water Management Model (SWMM)</i> (Rangari et al., 2018)	1) Untuk menganalisa jaringan drainase yang ada di kampus Institut Teknologi Nasional, Warangal di kota Warangal, Telangana, India.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengembangkan kurva Intensiti Duration Frequency (IDF) untuk data hujan</li> <li>• Metode rasional untuk debit banjir rencana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem Jaringan Drainase</li> <li>• Debit Banjir Rencana</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu penelitian</li> <li>• Tempat penelitian</li> <li>• Tujuan penelitian</li> <li>• <i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (<i>Software</i> yang digunakan dalam analisis hidraulika (pada penelitian terdahulu tidak membandingkan dengan <i>software</i> HEC – RAS dengan EPA SWMM)</li> </ul>



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **1.1 Rancangan Penelitian**

Penelitian dilakukan pengumpulan data yang berkaitan pada permasalahan yang akan diteliti baik data sekunder dan data primer. Data sekunder yaitu berupa peta situasi dan data curah hujan, sedangkan data primer diperoleh dari survey lapangan yaitu dimensi saluran eksisting. Setelah mendapatkan data primer dan sekunder kemudian dilakukan analisa hidrologi serta analisa hidrolika. Pada analisa hidrolika dipakai permodelan *software* HEC RAS dan EPA SWMM. Pemilihan lokasi penelitian ini di wilayah perkotaan Kota Jepara dikarenakan ketika hujan turun sering terjadi banjir sehingga menggenangi pusat Kota Jepara.

#### **1.2 Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan di Pusat Kota Jepara, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara, Provinsi Jawa Tengah. Pusat Kota Jepara merupakan Kelurahan yang terletak di Pusat Kota Jepara dengan luas wilayah 63.61 Ha. Pusat Kota Jepara memiliki batas administrasi sebagai ialah :

Sebelah Utara : Kelurahan Pengkol

Sebelah Selatan : Kelurahan Potroyudan

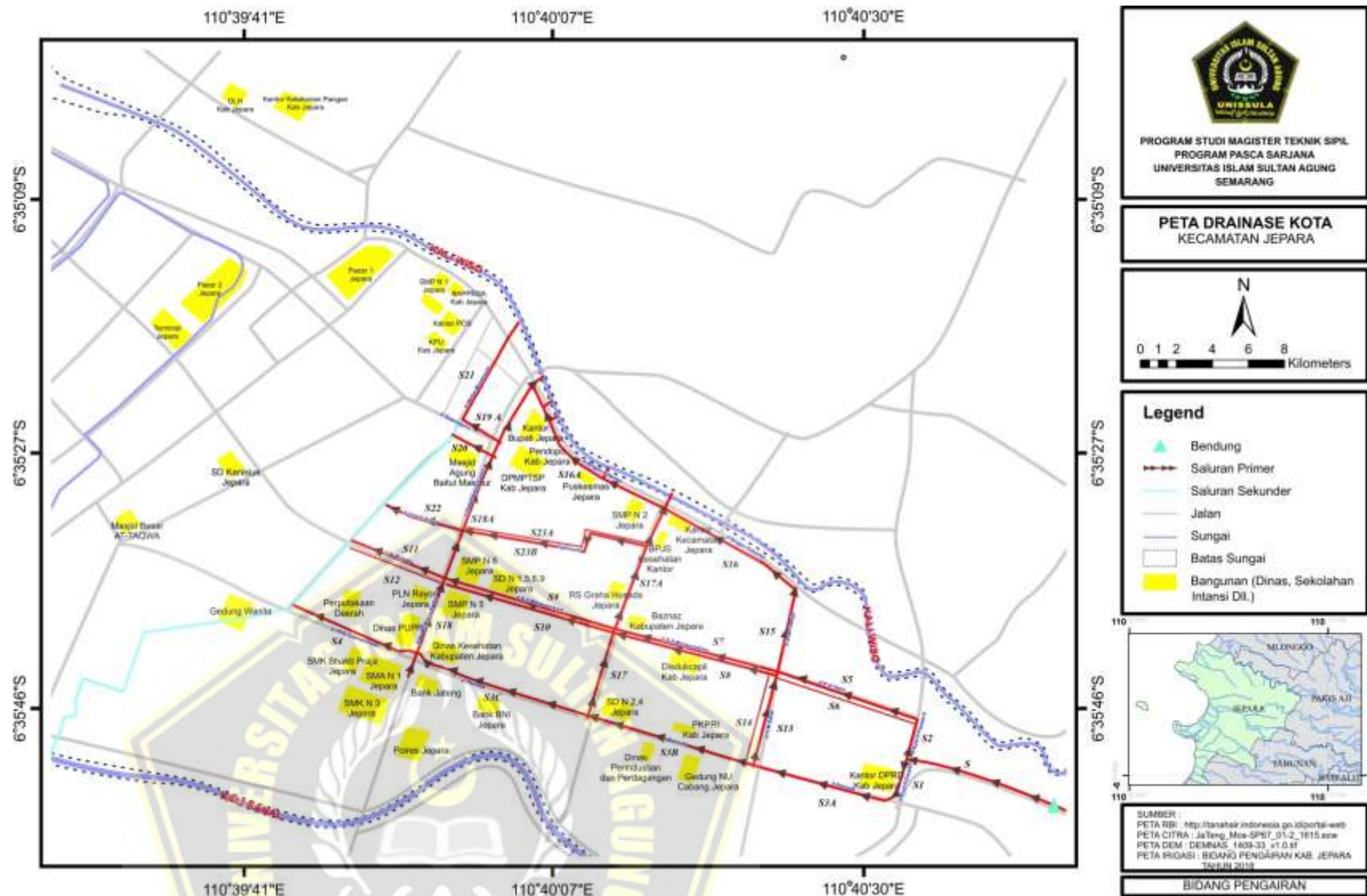
Sebelah Timur : Kelurahan Saripan

Sebelah Barat : Kelurahan Kauman

#### **1.3 Alat serta Bahan**

Adapun alat serta bahan yang dipakai untuk survey dilapangan ialah :

- (1) Waterpass ; digunakan untuk membaca bak ukur
- (2) Bak Ukur 5 meter ; mistar untuk mengukur elevasi dan jarak
- (3) Tripod ; tiang untuk mendirikan waterpass
- (4) Roll Meter ; untuk mengukur dimensi saluran
- (5) PiloX ; untuk menandai titik yang diukur
- (6) Kompas ; untuk menentukan arah utara dalam setting sudut pada waterpass



Gambar 3.9 Lokasi Penelitian  
 Sumber: Dinas PUPR Kab. Jepara, 2021

## 1.4 Tahap dan Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan beberapa tahapan penelitian, yang diawali dengan perumusan masalah serta tujuan berdasar pada tinjauan pustaka, pemilihan lokasi, pengumpulan data, survey lapangan, analisis data dan pembahasan, kemudian kesimpulan hasil penelitian.

Sebagai suatu penelitian ilmiah, maka penelitian dilakukan dengan sistematis yang teratur serta jelas, agar dapat memperoleh data dengan sesuai diharapkan serta dapat dipertanggungjawabkan. Maka dari itu, proses penelitian dibagi berbagai tahapan:

### a) Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk menganalisa banjir di area Perkotaan Jepara adalah :

#### 1) Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh berdasar pada pengamatan secara langsung pada lapangan. Pada pengamatan ini berhubungan dengan:

- (1) Situasi serta kondisi DAS pada daerah penelitian
- (2) Keadaan saluran drainase yang ada yaitu, dimensi saluran, elevasi saluran, bentuk penampang saluran, dan konstruksi saluran

#### 2) Data Sekunder

Data sekunder adalah data didapat dari lembaga terkait. Data sekunder yang dibutuhkan diantaranya:

##### (1) Peta topografi

Peta topografi yang dipakai pada penelitian ialah peta topografi di Kabupaten Jepara menggunakan skala peta 1 : 50.000 , yang datanya diambil dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Jepara.

##### (2) Data curah hujan

Data curah hujan yang dibutuhkan pada penelitian ialah data curah hujan 10 tahun, yaitu antara tahun 2010 – 2020. Data curah hujan yang dipakai untuk penelitian ini ialah dari

pengukur curah hujan di Kabupaten Jepara yaitu pada stasiun yang berlokasi di Kecamatan Jepara. Dengan data yang diambil dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Jepara Bidang Pengairan.

b) Tahapan Analisa data dan Pembahasan

(1) Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dicoba buat memperoleh informasi besarnya keseriusan hujan, yang digunakan selaku bawah dari perhitungan debit rencana pada wilayah yang dicoba riset. Ada pula tahapan dalam analisis hidrologi merupakan:

1. Pengumpulan informasi curah hujan

Informasi curah hujan yang diperlukan dari tahun 2010– 2020, setelah itu dicoba perhitungan keseriusan hujan maksimum pada posisi yang diteliti.

2. Analisa Frekuensi

Cara yang dipakai pada riset adalah analisis frekuensi, dimana pada analisis frekuensi ini ditetapkan dari tata cara Distribusi, Log-Normal, Gumbel serta Log Pearson III diseleksi tata cara yang sesuai cocok dengan tabel 2. 1 Standar Acuan Pemilihan Distribusi. Setelah itu dicoba uji kecocokan dengan memakai Uji Chi- Kuadrat serta Uji Smirnov- Kolmogorov.

3. Analisa Periode Kala Ulang Curah Hujan

Analisis periode kala ulang curah hujan didapatkan pada informasi hujan pertahun. Bagi Basis Informasi Dinas Area Hidup Kabupaten Jepara 2020, dalam penentuan periode kala ulang curah hujan bersumber dari dari Tipologi Kota, dimana Kota Jepara tercantum dalam kota lagi dengan wilayah tangkapan air lebih dari 5 ratus( 500) Ha, menjadikan penentuan periode ulang yang dipakai merupakan 5 sampai 10 Thbisa diamati di tabel 3. 1.

Tabel 3.1 Periode Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

No	Tipologi Kota	Daerah Tangkapan Air (Ha)			
		< 10	10-100	100-500	>500
1	Metropolitan	2 th	2-5 th	5-10 th	10 -25 th
2	Besar	2 th	2-5 th	2-5 th	5 – 20 th
3	Sedang	2 th	2-5 th	2-5 th	5-10 th
4	Kecil	2 th	2-5 th	2 th	2-5 th

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, (2014 :14)

### 1. Analisis Intensitas dan Waktu Hujan

Intensitas curah hujan ialah ketinggian curah hujan yang terjalin pada kurun waktu serta air hujan berkonsentrasi. Analisa keseriusan curah hujan bisa dihitung bersumber pada informasi dari curah hujan yang terjalin pada tahun tadinya. Dalam riset ini memakai tata cara besar rata– rata disebabkan tata cara ini lebih gampang dalam perhitungan serta bisa membagikan informasi yang akurat apabila titik- titik pengukuran diletakkan dengan teliti serta menyeluruh diwilayah itu. (Wesli, 2008)

### 2. Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana ialah debit bajir yang membebani saluran drainase. Tata cara yang dipakai dalam perhitung debit banjir rencana pada riset ini merupakan tata cara rasional sebab tata cara tersebut digunakan buat perencanaan banjir pada wilayah perkotaan, drainase saluran terbuka, serta gorong– gorong. (Pendidikan *et al.*, 2017)

### (2) Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika merupakan dari menghitung saluran drainase menciptakan debit yang sanggup ditampung saluran, tercantum pula buat menghitung kemampuan pompa serta kolam tampungan apabila dibutuhkan. Analisis hidrolika dengan memakai program bantu HEC RAS serta EPA SWMM. Ada pula sesi dari analisis hidrolika pada program bantu HEC RAS serta EPA SWMM merupakan :

#### a. HEC RAS 4.1.0

Pada analisa hidrolika memakai *software* HEC RAS 4.1.0 dilakukan tahapan sebagai berikut :


##### 1. Membuat File Project Baru

Pada langkah ini adalah membuat folder baru ,nama file, dan meletakkan lokasi file yang akan disimpan di direktori yang dikehendaki.

## 2. Input Geometri Data

Sesudah usai membuat *file Project* Baru, tahapan yang harus dilakukan ialah memasukan data geometri saluran. Dimana data yang dimasukkan dalam input geometri data ialah arah aliran, panjang saluran, koordinat saluran yang menyatakan dimensi saluran dan kemiringan, kekasaran manning, koefisien ekspansi, jarak jangkauan, dan batas saluran.

## 3. Memasukkan Data Aliran dan Kondisi Batas

Guna memasukan data aliran serta kondisi batas melalui **Edit** → **Steady Flow Data** atau menekan tombol  yang ada di windows utama HEC-RAS. Kemudian masukkan debit banjir rencana yang telah dihitung.

## 4. Hasil Perhitungan Software HEC – RAS

Guna memperlihatkan hasil output pada perhitungan tersebut seluruhnya berada di bawah **View**, atau bisa mengklik tombol :



: View Cross Section



: View Profiles



: View General Profile Plot



: View Compute rating Curves



: View 3D Multiple Cross Section Plot



: Hidraulic Propertie Table Plots



: Stage and Flow Hydrograps



: View Detail Output at XS, Culvert, Bridges, Weirs, dan lain lain.



: View Summary Output Table by Profile

b. Analisis EPA SWMM 5.1

Adapun tahapan pada analisis memakai *software* EPA SWMM 5.1 adalah :

1. Memasukkan informasi foto objek posisi riset pada tampilan menu( Latar belakang).
2. Melaksanakan pengaturan *Project Setup Default*, yang bermanfaat buat memudahkan memberi informasi di tiap objek pada fitur lunak di menu project setelah itu default.
3. Memasukkan objek, ialah subcatchment, junction, conduit, rain gage, serta *outfalls*.
4. Menginputkan informasi di subcatchment, junction serta conduit. di informasi subcatchment yang diinputkan merupakan luasan (A) yang wajib diamati pada skala 1: 1, lebar(b),% kemiringan,% imperv (i) serta nilai infiltrasi pada menu infiltrasi. Pada junction informasi yang diinputkan merupakan informasi elevasi (EI). Sebaliknya pada informasi saluran yang dimasukkan merupakan wujud saluran (bs), ukuran saluran (d), panjang saluran (p), serta koefisien kekasaran (n).
5. Informasi curah hujan yang sudah diolah jadi keseriusan jam-jaman, di inputkan selaku pengukur hujan pada rangkaian waktu.
6. Sehabis seluruh informasi sudah diinputkan, hingga pemodelan bisa dijalankan( menjalankan simulasi) lewat menu Project Default setelah itu Run
7. Penilaian hasil pemodelan EPA SWMM 5. 1.



8. Saluran yang banjir setelah itu dicoba pemodelan ulang, dengan metode mengganti ukuran langsung ke saluran tidak banjir.

10. Selesai

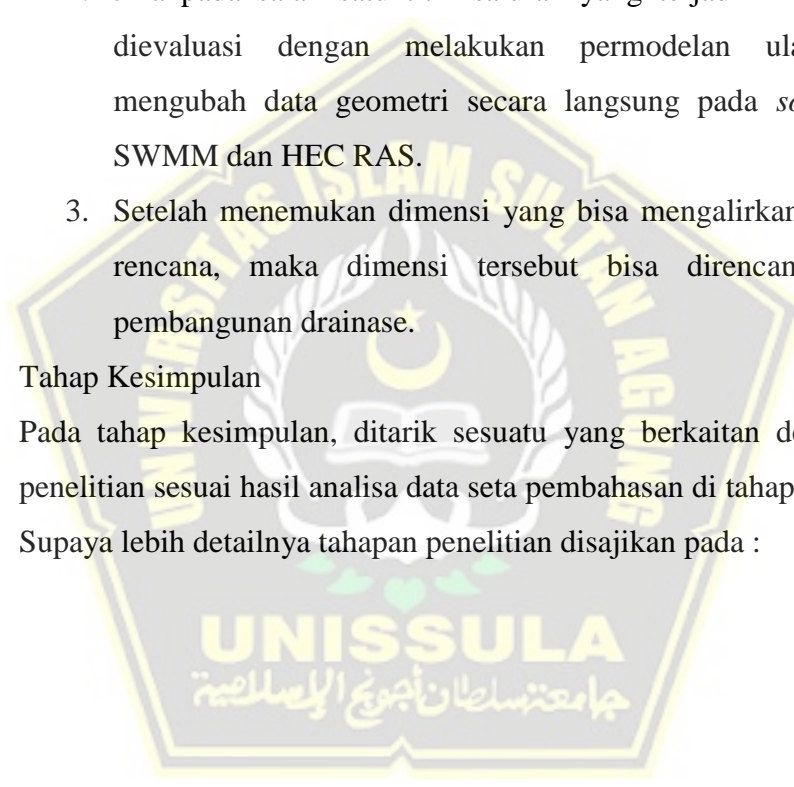
(3) Solusi

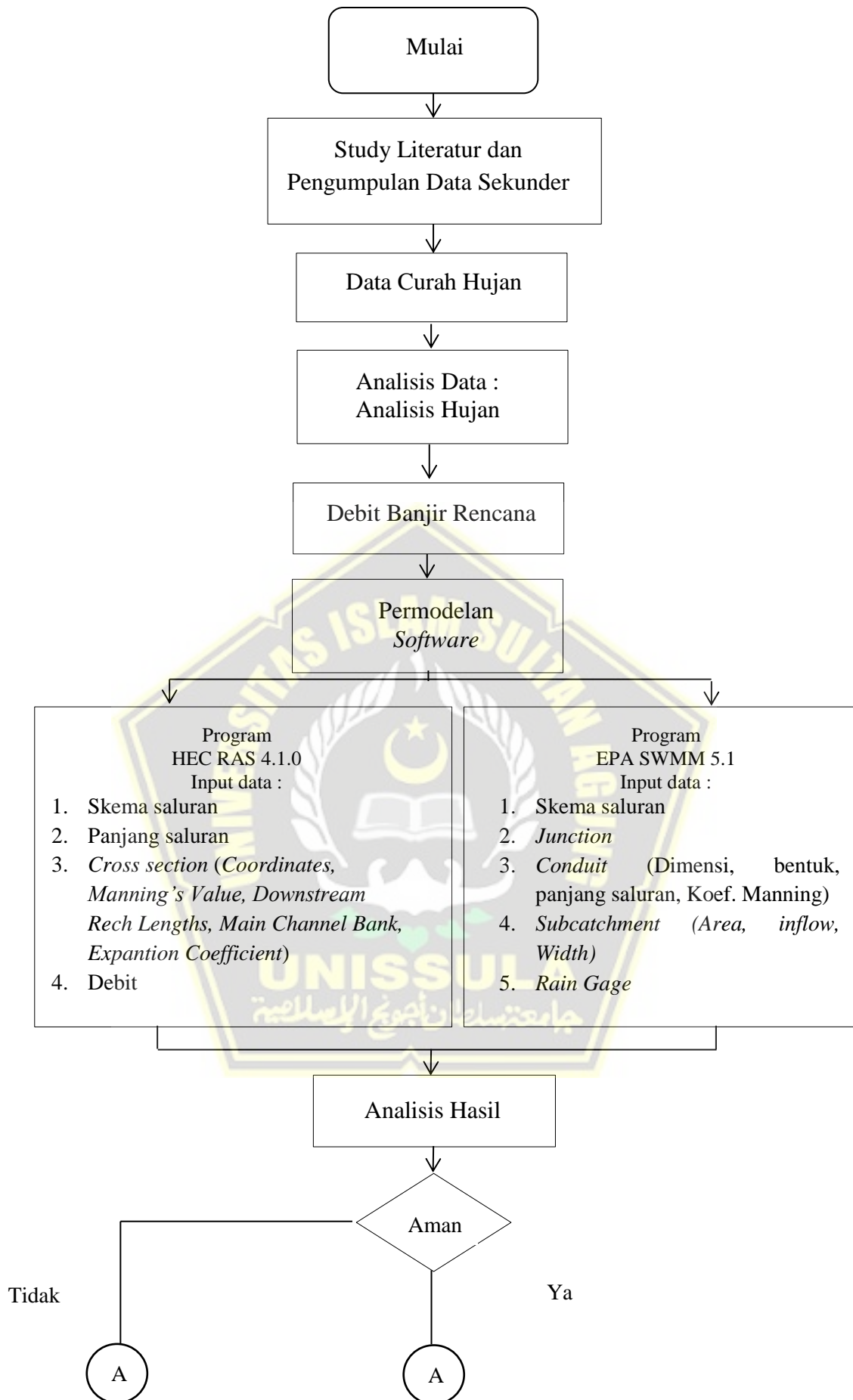
Adapun tahapan dalam merumuskan solusi jika diketahui pada saluran terjadi limpasan air ialah :

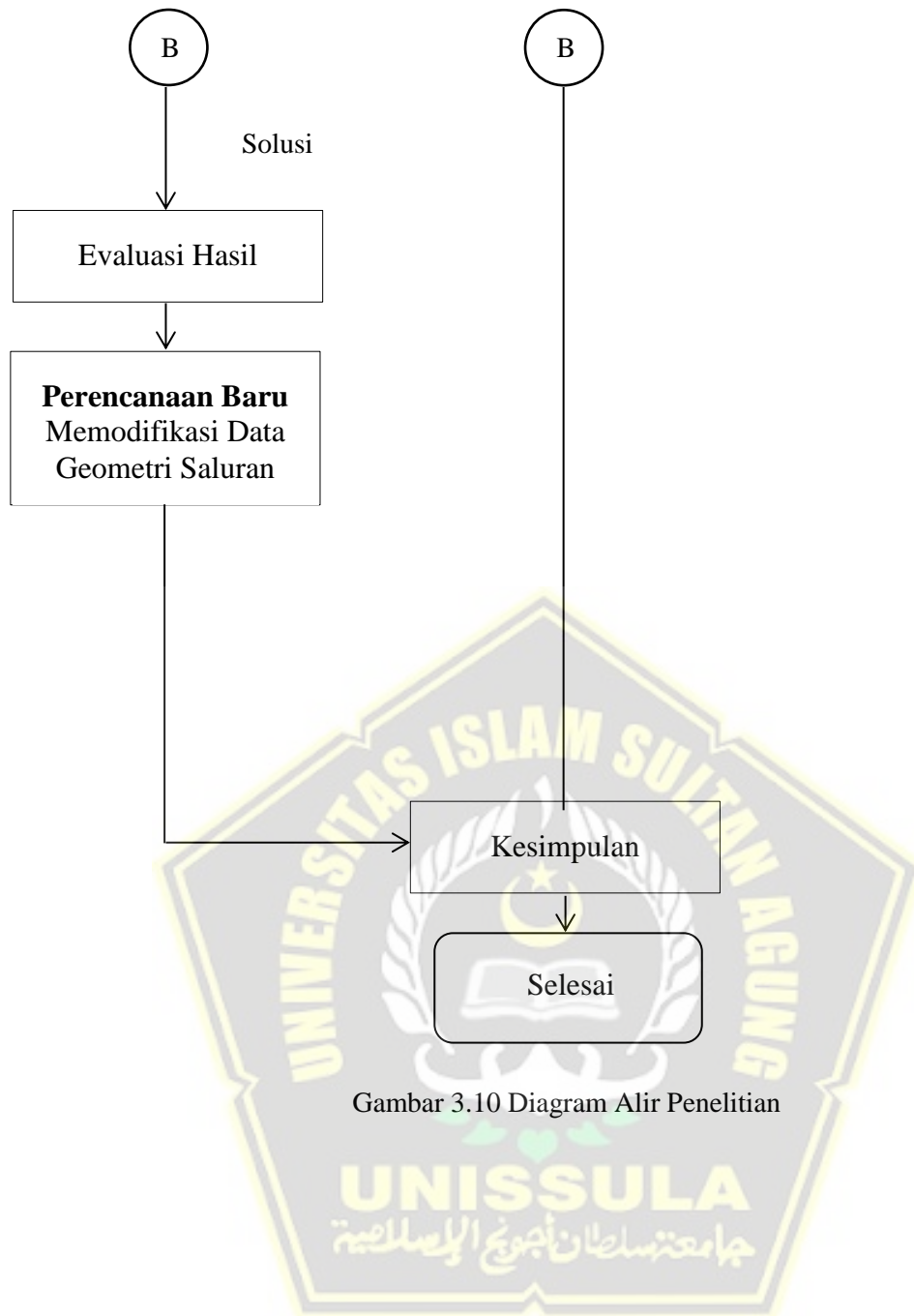
1. Menganalisis debit banjir rencana yang telah dihitung, kemudian mensimulasikan menggunakan *software* EPA SWMM dan HEC RAS.
2. Jika pada salah satu titik saluran yang terjadi limpasan, maka dievaluasi dengan melakukan pemodelan ulang dengan mengubah data geometri secara langsung pada *software* EPA SWMM dan HEC RAS.
3. Setelah menemukan dimensi yang bisa mengalirkan debit banjir rencana, maka dimensi tersebut bisa direncanakan dalam pembangunan drainase.

c) Tahap Kesimpulan

Pada tahap kesimpulan, ditarik sesuatu yang berkaitan dengan tujuan penelitian sesuai hasil analisa data seta pembahasan di tahap sebelumnya. Supaya lebih detailnya tahapan penelitian disajikan pada :







Gambar 3.10 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kondisi Eksisting Drainase

Berdasar pada pemerhatian lapangan, keadaan saluran-saluran di kawasan kajian adalah baik dari segi fizikal. Puncak utama masalah sistem perparitan di Kampung Panggang, Jepara adalah dimensi saluran yang tidak mencukupi sehingga timbul masalah antaranya berlakunya banjir di kawasan berpenduduk padat, kemudahan awam yang ditenggelami seperti masjid, sekolah dan pejabat. Beberapa contoh lokasi banjir dan keadaan saluran di Kampung Panggang, Jepara ditunjukkan dalam Rajah 4.1 hingga 4.2.



Gambar 4.1 Banjir di Jl. Brigjen Katamso



Gambar 4.2 Banjir Di Masjid Agung Jepara Jl. RA Kartini



Gambar 4.3 Banjir di Kantor Setda Jepara Jl. RA Kartini



Gambar 4.4 Banjir di Rumah Pusat Kota Jepara Jepara Jl. RA Kartini



Gambar 4.5 Kondisi Saluran di Jl. Brigjen Katamso



Gambar 4.6 Kondisi Saluran Jl. RA Kartini



Gambar 4.7 Kondisi Saluran di Jl. Mangunsarkoro



Gambar 4.8 Kondisi Saluran di Jl. Pemuda

## 4.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi digunakan guna mengetahui perincian parameter hidrologi dalam mereka bentuk juga mereka bentuk struktur air. Dalam kajian, analisis hidrologi dipakai guna menganalisa debit rencana. Analisis Hujan Rata-rata Pada perencanaan drainase kawasan, harus dimengerti besaran curah hujan yang mewakili daerah tersebut. Berikut adalah analisis curah hujan rata: Rekapitulasi curah hujan rata-rata maksimal bisa dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Curah Hujan Rata – rata Maksimum

No	Tahun	Rmax (mm)
1	2011	172,750
2	2012	137,296
3	2013	167,500
4	2014	224,375
5	2015	252,286
6	2016	222,750
7	2017	274,182
8	2018	200,100
9	2019	263,857
10	2020	203,667

Sumber : Hasil Analisa,2021

### 4.2.1 Analisis Parameter Statistik

Analisa memperhitungan parameter statistik dilaksanakan guna memperoleh distribusi peluang yang dipakai pada perhitungan tinggi hujan periode ulang. Perhitungan parameter yaitu nilai rata-rata, standar deviasi, koefisien variasi, koefisien kemencengan, dan koefisien ketajaman. Berikut analisis perhitungan parameter dasar statistik pada tabel 4.2 guna distribusi Normal serta Gumbel Tipe I, pada tabel 4.3 distribusi Log Normal serta Tabel 4.4 Distribusi Log Pearson Tipe III.

Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Dasar Statistik Untuk Distribusi Normal dan Distribusi Gumbel Tipe I

Tahun	R max (Xi)	Xi - X rata <sup>2</sup>	(Xi - X rata <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	(Xi - X rata <sup>2</sup> ) <sup>3</sup>	(Xi - X rata <sup>2</sup> ) <sup>4</sup>
2011	172,750	-39,125	1,530.78	-59892,1494.	2343292,66.
2012	137,286	-74,589	5,563.59	- 414985,5136.	30953558,38.
2013	167,500	-44,375	1,969.16	- 87381,8300.	3877586,67.
2014	224,375	12,500	156,24	1953,0286.	24412,46.
2015	252,286	40,411	1,633.01	65990,7328.	2666719,08.
2016	222,750	10,875	118,26	1286,0657.	13985,7.
2017	274,182	62,307	3,882.11	241881,3709.	15070808,86.
2018	200,100	-11,775	138,66	-1632,6966.	19225,34.
2019	263,857	51,982	2,702.12	140461,5257.	7301462,21.
2020	203,667	-8,209	67,38	-553,0923.	4540,08.
Total	2118,752		17761,31938	-112872,5582.	62275591,435.
Xbar	211,8752				

Sumber : Hasil Analisa,2021

$$\bar{X} = \frac{2118.752}{10} = 211,8752$$

$$Sd = \sqrt{\frac{17761,31938}{10-1}} = 44,424$$

$$Cv = \frac{44,424}{211,8752} = 0.2097$$

$$Cs = \frac{10 \times -112872.5582}{(10-1)(10-2)44.424^3} = - 0.1788$$

$$Ck = \frac{10^2 \times 62275591.435}{(10-1)(10-2)(10-3)44.424^4} = - 0.255$$

Tabel 4.3 Perhitungan Parameter Dasar Statistik Untuk Distribusi Log Normal dan Distribusi Log Pearson Tipe III

No	Tahun	Log R	Log (Xi-Xrata2)	Log (Xi-Xrata2) <sup>2</sup>	Log (Xi-Xrata2) <sup>3</sup>	Log (Xi-Xrata2) <sup>4</sup>
1	2011	2.23742	-0.07951	0.00632	-0.00050	0.00004
2	2012	2.13763	-0.17931	0.03215	-0.00576	0.00103
3	2013	2.22401	-0.09292	0.00863	-0.00080	0.00007
4	2014	2.35097	0.03404	0.00116	0.00004	0.00000
5	2015	2.40189	0.08496	0.00722	0.00061	0.00005
6	2016	2.34782	0.03089	0.00095	0.00003	0.00000
7	2017	2.43804	0.12111	0.01467	0.00178	0.00022
8	2018	2.30125	-0.01568	0.00025	0.00000	0.00000
9	2019	2.42137	0.10444	0.01091	0.00114	0.00012
10	2020	2.30892	-0.00801	0.00006	0.00000	0.00000
	Total	23.16932		0.08232	-0.00348	0.00154
	Log X rata <sup>2</sup>	2.31693176				

Sumber : Hasil Analisa,2021

$$\bar{X} = \frac{23.16932}{10} = 2.3169312$$

$$Sd = \sqrt{\frac{0.08232}{10-1}} = 0.0956$$

$$Cv = \frac{0.0956}{2.3169312} = 0.0413$$

$$Cs = \frac{10 \times -0.00348}{(10-1)(10-2)0.0956^3} = -0.5520$$

$$Ck = \frac{10^2 \times 0.00154}{(10-1)(10-2)(10-3)0.0956^4} = 3.658$$

Dari hasil analisa perhitungan distribusi diatas serta berdasar pada pedoman dalam pemilihan distribusi peluang pada Tabel 2.1 Sehingga pemilihan jenis distribusi yang digunakan Bisa dilihat pada tabel 4.4.



Tabel 4.4 Pemilihan Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	$C_s = 0$	$C_s = -0.1788$ $C_k = -2.55$	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$		
Gumbel Tipe I	$C_s \leq 1.1396$		Memenuhi
	$C_k \leq 5.4002$		
Log Pearson Tipe III	$C_s \neq 0$	$C_s = -0.5520$ $C_k = 3.658$	Memenuhi
Log Normal	$C_s = 3$		Tidak Memenuhi
	$C_k = 5.383$		

Sumber : Hasil Analisa, 2021

Dari tabel 4.4 disimpulkan bahwa distribusi yang dipilih ialah Distribusi Gumbel Tipe I dan Distribusi Log Pearson Tipe III.

#### 4.2.2 Uji Kecocokan

Uji kecocokan dicoba buat mengenali terdapat ataupun tidak perbandingan yang nyata antara besar dari debit maksimal pada tahunan hasil mengamati langsung lapangan dengan hasil dari perhitungan. Dari 2 tipe distribusi kesempatan yang penuh diseleksi satu tipe distribusi yang hendak dipakai buat perhitungan hujan periode ulang rencana. Tipe distribusi yang menciptakan hitungan secara akurat jika banding tipe distribusi lainnya. Hingga dicoba perhitungan uji kecocokan.

Uji kecocokan yang dipakai dalam perhitungan analisis ialah Uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov Kolgomorov.

##### 4.2.2.1 Uji Chi Kuadrat

Berdasar pada Sub Bab 2.7 tentang chi kuadrat, didapatkan perhitungan sebagai berikut :

Banyak data  $n = 10$

Banyak kelas  $(G) = 1 + 3.22 \log (n)$

$$= 1 + 3.22 \log(10)$$

$$= 4.32 = 5 \text{ (dibulatkan)}$$

$$Dk = 5 - 2 - 1 = 2$$

$$Ei = 10/5 = 2$$

Dari tabel 2.7 diambil nilai derajat kepercayaan 5%

$$\text{Nilai } X^2 \text{ tabel} = 5.991$$

Distribusi Gumbel

Rentang nilai kelas:

$$R = n_{\max} - n_{\min}$$

$$= 274.182 - 137.286$$

$$= 136.896$$

$$I = \frac{R}{K}$$

$$= \frac{136.896}{5}$$

$$I = 27.379$$

Hasil dari perhitungan uji kecocokan Chi Kuadrat pada distribusi Gumbel Tipe I

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Chi Kuadrat pada Distribusi Gumbel Tipe I

No	Nilai Batas Sub Kelas		Jumlah Data		Oi - Ei	(Oi - Ei) <sup>2</sup> /Ei
			Oi	Ei		
1	137.286	164.665	1	2	-1	0.5
2	164.665	301.951	9	2	7	24.5
3	301.951	439.236	0	2	-2	2
4	439.236	576.522	0	2	-2	2
5	576.522	274.182	0	2	-2	2
<b>Xh<sup>2</sup></b>						<b>31</b>
<b>Xkr</b>						<b>5.991</b>
<b>Not Ok!</b>						

Sumber : Hasil Analisa, 2021

Dari perhitungan tabel 4.5 diperoleh nilai  $Xh^2 = 31$ . Lebih dari  $X^2$  tabel 5.991. maka distribusi ini tidak dapat diterima.

Tabel 4.6 Perhitungan Kecocokan Chi Kuadrat pada Distribusi Log Pearson Tipe III

No	Nilai Batas Sub Kelas		Jumlah Data		O <sub>i</sub> - E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /E <sub>i</sub>
			O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>		
1	2.138	2.198	1	2	-1	0.5
2	2.198	2.258	2	2	0	0
3	2.258	2.318	2	2	0	0
4	2.318	2.378	2	2	0	0
5	2.378	2.438	3	2	1	0.5
Xh <sup>2</sup>						1
Xkr						5.991
						OK

Sumber : Hasil Analisa,2021

Dari perhitungan Tabel 4.6 diperoleh nilai  $Xh^2 = 1$ . kurang dari  $X^2$  tabel = 5.991. Maka distribusi ini dapat diterima.

#### 4.2.2.2 Uji Smirnov Kolgomorov

Berdasar pada sub bab 2.8 tentang uji kecocokan dengan smirnov kolgomorov, hasil perhitungan dari Uji Smirnov Kolgomorov guna Distribusi Log Pearson Tipe III boleh dilihat pada tabel 4.7 :

Tabel 4.7 Uji Kecocokan Smirnov Kolgomorov pada distribusi Log Pearson

No	Log X (1)	m (2)	P (x) (3)	P (X<) (4) (1)-(3)	f (t) (5)	P' (X) (6)	P' (X<) (7) (1)-(6)	D (8) (7)-(4)
1	2.43804	1	0.090909	2.34713	1.266286	0.111	2.327	-0.020
2	2.42137	2	0.181818	2.239551	1.091987	0.222	2.199	-0.040
3	2.40189	3	0.272727	2.129165	0.888346	0.333	2.069	-0.061
4	2.35097	4	0.363636	1.987338	0.355948	0.444	1.907	-0.081
5	2.34782	5	0.454545	1.893272	0.322942	0.556	1.792	-0.101
6	2.30892	6	0.545455	1.763465	-0.08377	0.667	1.642	-0.121
7	2.30125	7	0.636364	1.664883	-0.164	0.778	1.523	-0.141
8	2.23742	8	0.727273	1.510145	-0.83139	0.889	1.349	-0.162
9	2.22401	9	0.818182	1.405833	-0.97153	1.000	1.224	-0.182
10	2.13763	10	0.909091	1.228534	-1.87482	1.111	1.027	-0.202
Jumlah	23.16932						Dmax	-0.0202
Log xbar	2.316932						Do	0.41
s log x	0.095639							<b>Ok !</b>

Dari hasil perhitungan Tabel 4. 7 hingga diambil nilai Dmax sebesar- 0. 0202. nilai tersebut kurang dari Do 0. 41 selaku acuan penerimaan uji kecocokan ini. Hingga akhirnya merupakan bisa diterima. Bersumber pada hasil perhitungan, kedua pengujian parameter, tata cara distribusi Log Pearson Jenis IIIenuhi persyaratan, sehingga bisa dipakai bisa digunakan buat memperhitungkan curah hujan rencana.

#### 4.2.3 Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang

Perhitungan analisis hidraulika memakai *software* EPA SWMM membutuhkan data hujan jam-jaman. Lama hujan terpusat di Indonesia sendiri kurang dari 7 jam. Sehingga direncanakan durasi optimum hujan rencana di wilayah kota Jepara selama 4 jam.

Berikut adalah contoh perhitungan hujan rata-rata (Rt) serta tinggi hujan (Rt') pada jam ke-1 untuk periode ulang hujan 2 tahun:

Pada jam ke-1, PUH 2 tahun :

$$R_t = \frac{R_{24}}{4} \left( \frac{4}{\text{Jam ke-}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$R_t = \frac{207.459}{4} \left( \frac{4}{1} \right)^{\frac{2}{3}} = 130.691 \text{ mm}$$

$$R'_t = t \cdot R_t \cdot (t-1) \cdot R_{(t-1)}$$

$$R'_t = 1 \times 130.691 \times (1-1) \times 130.691_{(1-1)} = 129.691 \text{ mm}$$

Tabel 4.8 Tinggi Hujan pada Jam ke - t

Rt	PUH (mm)			Rt'	PUH (mm)		
	2	5	10		2	5	10
1	130.6908	157.3162	173.3225	1	129.6908	156.3162	172.3225
2	82.33006	99.10301	109.1863	2	81.33006	98.10301	108.1863
3	62.82959	75.62975	83.32476	3	61.82959	74.62975	82.32476
4	51.86469	62.43099	68.78307	4	50.86469	61.43099	67.78307

#### 4.2.4 Perhitungan Debit Rencana Metode Rasional

Perhitungan analisis hidraulika menggunakan *software* HEC RAS membutuhkan data debit banjir rencana. Berikut ialah perhitungan debit banjir rencana :

Hasil dari survey di lapangan bentuk saluran drainase adalah persegi, selanjutnya adalah menghitung air limpasan :

##### 1. Akibat Curah Hujan

Contoh perhitungan pada saluran drainase Jl. Pemuda 1 dengan luas daerah pengaliran adalah = 2.22 Ha

Dari tabel 2.10 koefisien pengaliran menurut Diskripsi Lahan / Karakter/Permukaan menggunakan koefisien pengaliran  $C = 0,7$  untuk Daerah Perkotaan.



Gambar 4.9 Contoh Luas Daerah Pengaliran

Menggunakan metode rasional :

$$\begin{aligned} Q \text{ hujan 2020} &= 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= 0,00278 \cdot 0,7 \cdot 127.302 \cdot 2.22 \\ &= 0.55 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Berdasarkan Badan Pusat Statistik Kabupaten Jepara jumlah penduduk kecamatan Jepara tahun 2019 adalah 92967 jiwa dengan luas wilayah 108.64 Ha. Langkah berikutnya adalah mencari data kepadatan penduduk dengan luasan 63.61 Ha :

$$\frac{92,967 \text{ jiwa}}{246.67 \text{ Ha}} = \frac{x \text{ jiwa}}{63.61 \text{ Ha}}$$

$$x \text{ jiwa} = \frac{92.967 \text{ jiwa} \cdot 63.61 \text{ Ha}}{246.67 \text{ Ha}}$$

$$x \text{ jiwa} = 24,157 \text{ Jiwa}$$

## 2. Hasil air limbah

Jumlah air limbah yang digunakan orang setiap hariya diperoleh dari kebutuhan air bersih, dari kebutuhan air 80% akan menjadi air limbah. Dalam Standar Kebutuhan Air Bersih (SNI 6728.1:2015) berdasarkan kategori jumlah penduduk 20.000 sampai 100.000 penggunaan air bersih sebanyak 90-110/liter/orang.hari.

### d) Debit Air Limbah Domestik

Perhitungan debit air limbah domestik yang dihasilkan dari Pusat Kota Jepara ialah :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penduduk} &= 24,157 \text{ jiwa} \\ \text{Q air bersih} &= 100 \text{ liter/orang.hari} \\ \text{Q air limbah} &= 80\% \text{ Q air bersih} \\ \text{Faktor peak} &= 2.5 \\ \text{Faktor infiltrasi} &= 7 \text{ m}^3/\text{ha.hari} \\ \text{Q ave air limbah} &= 80\% \times \text{Qair} \times \text{jumlah penduduk} \\ &= 80\% \times 100 \text{ liter/orang.hari} \times 24,157 \text{ orang} \\ \text{Q ave air limbah} &= 0.0224 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

### e) Debit Air Limbah Non Domestik

Perhitungan Debit Air Limbah Non Domestik

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Fasilitas pendidikan} &= 14 \\ \Sigma \text{ Total Murid} &= 5128 \\ \Sigma \text{ Fasilitas kesehatan} &= 3 \\ \Sigma \text{ Bed} &= 168 \\ \Sigma \text{ Fasilitas peribadatan} &= 21 \\ \Sigma \text{ Fasilitas pasar} &= 4 \\ \Sigma \text{ Fasilitas perkantoran} &= 16 \end{aligned}$$

$\Sigma$ Fasilitas Hotel	= 3
$\Sigma$ Fasilitas rumah makan	= 25
Q air bersih Pendidikan	= 10 liter/hari
Q air bersih Kesehatan	= 200 liter/hari
Q air bersih Peribadatan	= 3000 liter/hari
Q air bersih Pasar	= 12000 liter/hari
Q air bersih Perkantoran	= 10 liter/hari
Q air bersih Hotel	= 150 liter/hari
Q air bersih Rumah makan	= 100 liter/hari

Debit air limbah non domestik yang dihasilkan adalah :

$$\begin{aligned}
 Q \text{ fasilitas pendidikan} &= \Sigma \text{ fasilitas} \times Q \text{ air bersih} \\
 &= 14 \times 5128 \times 10 \\
 &= 0.0083 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ fasilitas kesehatan} &= \Sigma \text{ fasilitas} \times Q \text{ air bersih} \\
 &= 3 \times 168 \times 200 \\
 &= 0.0012 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ fasilitas peribadatan} &= \Sigma \text{ fasilitas} \times Q \text{ air bersih} \\
 &= 21 \times 3000 \\
 &= 0.0007 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ fasilitas pasar} &= \Sigma \text{ fasilitas} \times Q \text{ air bersih} \\
 &= 4 \times 12000 \\
 &= 0.0006 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ fasilitas perkantoran} &= \Sigma \text{ fasilitas} \times Q \text{ air bersih} \\
 &= 16 \times 10 \\
 &= 0.000002 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ fasilitas Hotel} &= \Sigma \text{ fasilitas} \times Q \text{ air bersih} \\
 &= 3 \times 150 \\
 &= 0.000005 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ fasilitas Rumah Makan} &= \Sigma \text{ fasilitas} \times Q \text{ air bersih} \\
 &= 25 \times 100 \\
 &= 0.000003 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ total} &= 0.0083 + 0.0012 + 0.000002 + 0.000005 + 0.000003 \\
 &= 0.0102 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

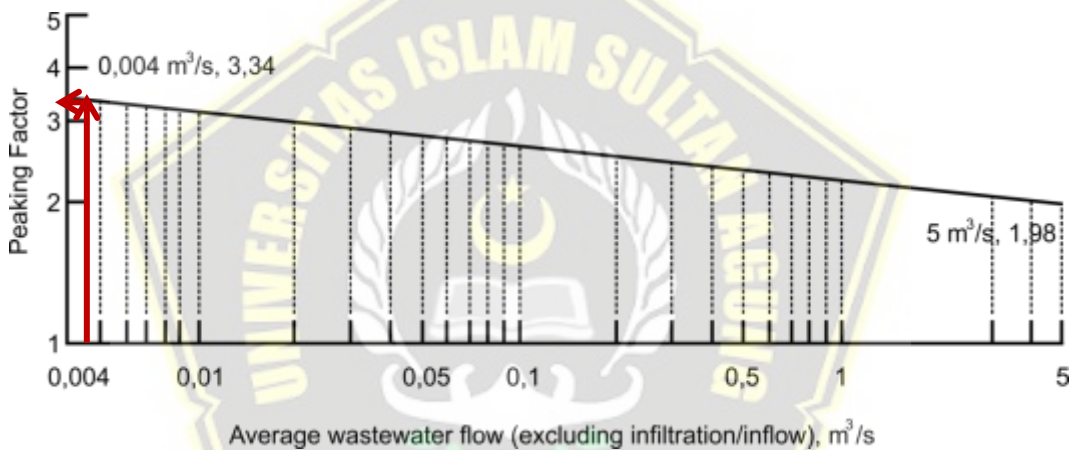
Sehingga debit air limbah total adalah :

$$\begin{aligned}
 Q \text{ ave total} &= Q \text{ domestik} + Q \text{ non domestik} \\
 &= 0.0224 + 0.00102 \\
 &= 0.0326 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

(1) Debit Puncak (Qpeak)

Dari debit rata – rata air limbah, dengan menggunakan gambar 4.1, didapatkan faktor pwank sebesar 3.4.

$$\begin{aligned}
 Q \text{ peak} &= Q \text{ ave} \times f \text{ peak} \\
 &= 0.0326 \times 3.8 \\
 &= 0.1239 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$



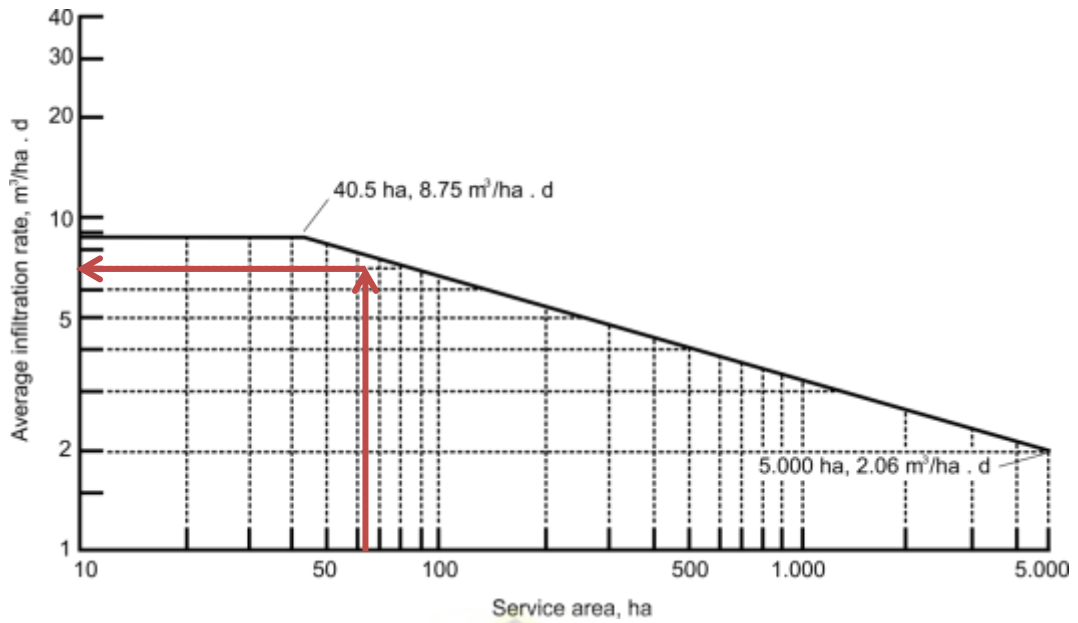
Gambar 4.10 Grafik *peaking faktor for domestik wastewater flows*

(2) Debit Infiltrasi

Luas wilayah Pusat Kota Jepara sebesar 63.61 Ha, dengan memakai Gambar 4.2, didapatkan faktor infiltrasi sebesar 7 m³/detik.hari

$$\begin{aligned}
 Q \text{ inf} &= Q \text{ ave inf} \times f \text{ inf} \\
 &= 0.0326 \times 7 \\
 &= 0.0359 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$





Gambar 4.11 Grafik *Average Infiltration Rate Allowance for NewServer*

### (3) Debit Minimal

Debit minimum air limbah yang dihasilkan bisa dihitung dengan memakai persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned}
 Q_{\min} &= \frac{1}{5} \times \left( \frac{P}{1000} \right)^{0.2} \times Q_{\text{ave}} \\
 &= \frac{1}{5} \times \left( \frac{24,157}{1000} \right)^{0.2} \times 0.0326 \\
 &= 0.1239 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total limbah}} &= Q_{\text{peak}} + Q_{\text{inf}} \\
 &= 0.1239 + 0.0051 \\
 &= 0.129 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{total}} &= Q_{\text{total limbah}} + Q_{\text{hujan}} \\
 &= 0.129 + 0.55 \\
 &= 0.68 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Rekap Debit Banjir

No. Saluran	Saluran	Q Total 1 TH (m <sup>3</sup> /s)	Q Total 2 TH (m <sup>3</sup> /s)	Q Total 5 TH (m <sup>3</sup> /s)	Q Total 10 TH (m <sup>3</sup> /s)
S	hulu	0.35	0.35	0.40	0.55
S1	Jl Kyai H Fauzan I	0.24	0.24	0.26	0.34
S2	Jl Kyai H Fauzan II	0.24	0.24	0.26	0.34
S3 A	Jl. Pemuda 1	0.68	0.69	0.80	1.19
S3 B	Jl. Pemuda 2	0.80	0.81	0.95	1.42
S3 C	Jl. Pemuda 3	0.79	0.80	0.94	1.40
S4	Jl. Cokroaminoto	0.54	0.54	0.62	0.91
S5	Jl. KH Yasin (A)	0.45	0.46	0.52	0.75
S6	Jl. KH Yasin (B)	0.77	0.77	0.90	1.35
S7	Jl.Ki Mangunkarso 1 (A)	0.88	0.88	1.04	1.56
S8	Jl.Ki Mangunkarso 1 (B)	0.79	0.80	0.94	1.40
S9	Jl.Ki Mangunkarso 2 (A)	0.70	0.70	0.82	1.22
S10	Jl.Ki Mangunkarso 2 (B)	0.90	0.91	1.07	1.61
S11	Jl.Dr Sutomo (A)	0.32	0.32	0.36	0.49
S12	Jl.Dr Sutomo (B)	0.51	0.51	0.59	0.86
S13	Jl.H. M Sahid (A)	0.41	0.42	0.48	0.68
S14	Jl.H. M Sahid (B)	0.42	0.42	0.48	0.68
S15	Jl. Imam Bonjol	0.42	0.42	0.48	0.68
S16	Jl.Brigjen Katamso	1.04	1.05	1.24	1.88
S16 A	Jl.Brigjen Katamso	0.91	0.92	1.08	1.62
S17	Jl. MH Tamrin	0.40	0.41	0.46	0.66
S17A	Jl. MH Tamrin	0.49	0.49	0.57	0.82
S18	Jl.Raden Ajeng Kartini I	0.49	0.49	0.57	0.82
S18B	Jl.Raden Ajeng Kartini II	0.54	0.54	0.63	0.91
S18C	Jl.Raden Ajeng Kartini III	0.70	0.71	0.83	1.23
S19	Jl.Diponegoro A	0.18	0.18	0.19	0.23
S20	Jl.Diponegoro B	0.16	0.16	0.17	0.19
S21	Jl.Wolter Monginsidi	0.32	0.33	0.37	0.50
S22	Jl.Chairil Anwar	0.42	0.42	0.48	0.69
S23A	Gg. Garuda	0.98	0.99	1.17	1.77
S23B	Gg. Garuda	0.65	0.66	0.77	1.14

Sumber : Hasil Analisa,2021

Dari Tabel 4.9 rekap debit diperoleh dari perhitungan jumlah debit hujan dengan debit limbah didapatkan hasil bahwa setiap kala ulang debit banjir semakin besar. Contoh pada saluran drainase pada Jl. MH Tamrin pada Q Total 0.40 m<sup>3</sup>/detik, Q Kala ulang 2 tahun 0.41 m<sup>3</sup>/detik, Q Kala ulang 5 tahun 0.46 m<sup>3</sup>/detik, dan Q Kala ulang 10 tahun 0.66 m<sup>3</sup>/detik.

### 4.3 ANALISIS HIDRAULIKA

Analisis hidraulika ialah memperhitungkan saluran drainase guna memperoleh debit hidraulika, termasuk memperhitungan kemampuan pompa serta kolam tampungan jika dipelukan. Analisis hidraulika memakai program bantu HEC RAS dan EPA SWMM.

Tabel 4.10 Dimensi Saluran Pusat Kota Jepara Sebelum Perencanaan

No	Conduit	B (m)	H (m)	Left Slope (m)	Right Slope (m)	A (m)	Panjang Saluran	S	Noted
1	Jl Kyai H Fauzan sta 0	2.40	1.40	1.48	1.48	3.37	50.00	-0.020	Trapesium
2	Jl Kyai H Fauzan sta 50	2.40	1.40	1.2	1.2	3.37	50.00	-0.020	Trapesium
3	Jl Kyai H Fauzan I sta 0	3.50	1.10	1.2	1.2	4.45	113.00	0.000	Trapesium
4	Jl Kyai H Fauzan I sta 113	3.50	1.10	3.0	3.0	4.20	113.00	0.000	Trapesium
5	Jl Kyai H Fauzan II sta 0	3.50	1.10	2.5	2.5	4.45	81.00	-0.012	Trapesium
6	Jl Kyai H Fauzan II sta 81	3.50	1.10	2.5	2.5	4.45	81.00	-0.012	Trapesium
7	Jl. Pemuda sta 0	3.20	1.00	1.57	1.57	4.20	329.00	-0.006	Trapesium
8	Jl. Pemuda sta 329	3.50	1.00	1.59	1.59	4.50	329.00	-0.006	Trapesium
9	Jl. Pemuda sta 0	3.50	1.00	1.59	1.59	4.50	390.00	-0.003	Trapesium
10	Jl. Pemuda sts 390	3.50	1.00	1.59	1.59	4.50	390.00	-0.003	Trapesium
11	Jl. Pemuda sta 0	3.50	1.00	1.52	1.52	4.50	418.00	0.000	Trapesium
12	Jl. Pemuda sta 418	3.50	1.00	1.59	1.59	4.50	418.00	0.000	Trapesium
13	Jl. Cokroaminoto sta 0	2.20	1.00	1.52	1.52	3.10	320.00	0.000	Trapesium
14	Jl. Cokroaminoto sta 320	3.60	1.00	1.59	1.59	4.50	320.00	0.000	Trapesium
15	Jl. KH Yasin (A) sta 0	1.62	0.96	1.59	1.59	2.90	338.00	0.006	Trapesium
16	Jl. KH Yasin (A) sta 338	1.58	0.90	-	-	2.83	338.00	0.006	Trapesium
17	Jl. KH Yasin (B) sta 0	0.42	0.60	-	-	-	338.00	0.006	Persegi
18	Jl. KH Yasin (B) sta 338	0.42	0.70	-	-	-	338.00	0.006	Persegi
19	Jl.Ki Mangunkarso 1 (A) sta 0	2.30	1.00	-	-	3.75	382.00	0.003	Trapesium
20	Jl.Ki Mangunkarso 1 (A) sta 382	2.40	0.64	-	-	3.60	382.00	0.003	Trapesium
21	Jl.Ki Mangunkarso 1 (B) sta 0	1.82	0.88	-	-	2.83	382.00	0.003	Trapesium
22	Jl.Ki Mangunkarso 1 (B) sta 382	1.65	0.80	-	-	2.74	382.00	0.003	Trapesium
23	Jl.Ki Mangunkarso 2 (A) sta 0	2.70	0.58	-	-	3.40	415.00	0.002	Trapesium
24	Jl.Ki Mangunkarso 2 (A) sta 415	2.30	0.60	-	-	3.20	415.00	0.002	Trapesium
25	Jl.Ki Mangunkarso 2 (B) sta 0	1.65	0.65	-	-	2.70	415.00	0.002	Persegi
26	Jl.Ki Mangunkarso 2 (B) sta 415	1.60	0.61	-	-	2.70	415.00	0.002	Persegi
27	Jl.Dr Sutomo (A) (hulu) sta 0	0.80	0.70	-	-	-	220.00	-0.005	Persegi
28	Jl.Dr Sutomo (A) (hilir) sta 220	0.48	0.61	-	-	-	220.00	-0.005	Persegi
29	Jl.Dr Sutomo (B) (hulu) sta 0	0.47	0.60	-	-	-	220.00	-0.005	Persegi
30	Jl.Dr Sutomo (B) (hilir) sta 220	0.44	0.80	1.48	1.48	-	220.00	-0.005	Persegi

Tabel 4.10 Lanjutan Tabel

No	Conduit	B (m)	H (m)	Left Slope (m)	Right Slope (m)	A (m)	Panjang Saluran	S	Noted
31	Jl.H. M Sahid (A) sta 0	0.47	0.44	1.2	1.2	-	226.00	-0.004	Persegi
32	Jl.H. M Sahid (A) sta 226	0.60	0.66	1.2	1.2	-	226.00	-0.004	Persegi
33	Jl.H. M Sahid (B) sta 0	0.43	0.48	3.0	3.0	-	226.00	-0.004	Persegi
34	Jl.H. M Sahid (B) sta 226	0.46	0.85	2.5	2.5	-	226.00	-0.004	Persegi
35	Jl. Imam Bonjol sta 0	0.63	0.50	2.5	2.5	-	200.00	0.005	Persegi
36	Jl. Imam Bonjol sta 200	0.42	0.48	1.57	1.57	-	200.00	0.005	Persegi
37	Jl.Brigjen Katamso sta 0	0.57	0.68	1.59	1.59	-	360.00	0.000	Persegi
38	Jl.Brigjen Katamso sta 360	0.60	0.79	1.59	1.59	-	360.00	0.000	Persegi
39	Jl.Brigjen Katamso sta 0	0.60	0.79	1.59	1.59	-	432.00	0.000	Persegi
40	Jl.Brigjen Katamso sta 432	0.60	0.79	1.52	1.52	-	432.00	0.000	Persegi
41	Jl. MH Tamrin sta 0	0.60	0.60	1.59	1.59	-	215.00	-0.005	Persegi
42	Jl. MH Tamrin sta 215	0.60	0.70	1.52	1.52	-	215.00	-0.005	Persegi
43	Jl. MH Tamrin sta 0	0.60	0.70	1.59	1.59	-	538.00	0.000	Persegi
44	Jl. MH Tamrin sta 538	0.60	0.70	1.59	1.59	-	538.00	0.000	Persegi
45	Jl.Raden Ajeng Kartini I sta 0	1.50	1.00	-	-	2.90	310.00	0.000	Persegi
46	Jl.Raden Ajeng Kartini I sta 310	0.60	0.80	-	-	-	310.00	0.000	Persegi
47	Jl.Raden Ajeng Kartini II sta 0	0.60	0.80	-	-	-	117.00	0.000	Persegi
48	Jl.Raden Ajeng Kartini II sta117	0.60	0.80	-	-	-	117.00	0.000	Persegi
49	Jl.Raden Ajeng Kartini III sta 0	0.60	0.80	-	-	-	225.00	0.000	Persegi
50	Jl.Raden Ajeng Kartini IIIsta225	0.60	0.80	-	-	-	225.00	0.000	Persegi
51	Jl.Diponegoro A sta 0	0.70	1.00	-	-	-	96.80	-0.010	Persegi
52	Jl.Diponegoro A sta 96.8	0.46	0.23	-	-	-	96.80	-0.010	Persegi
53	Jl.Diponegoro B sta 0	0.70	1.30	-	-	-	96.80	-0.010	Persegi
54	Jl.Diponegoro B sta 96.8	0.30	0.30	-	-	-	96.80	-0.010	Persegi
55	Jl.Wolter Monginsidi sta 0	5.80	1.30	-	-	0.00	237.20	0.000	Persegi
56	Jl.Wolter Monginsidi sta 237.2	7.00	2.20	-	-	0.00	237.20	0.000	Persegi
57	Jl.Chairil Anwar sta 0	2.90	1.10	-	-	-	188.00	0.000	Persegi
58	Jl.Chairil Anwar sta 188	2.90	1.10	-	-	-	189.00	0.000	Persegi
59	Gg. Garuda sta 0	0.60	0.80	-	-	-	235.00	0.000	Persegi
60	Gg. Garuda sta 235	2.90	1.00	-	-	-	235.00	0.000	Persegi
61	Gg. Garuda sta 0	2.90	1.20	-	-	-	409.00	0.000	Persegi
62	Gg. Garuda sta 409	2.90	1.40	-	-	-	409.00	0.000	Persegi

Sumber : Hasil Anlisa, 2021

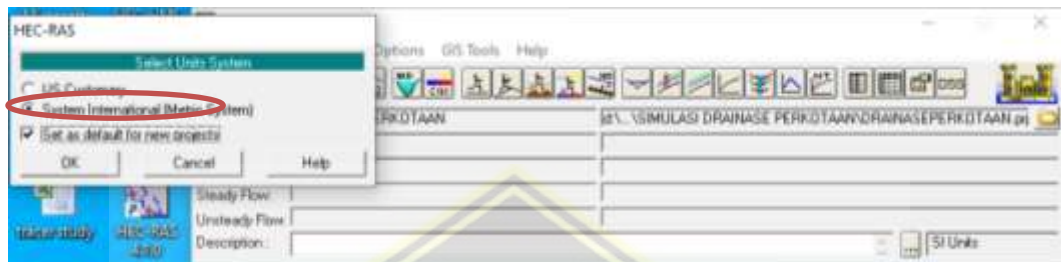
#### 4.3.1 Perhitungan Kapasitas Saluran software HEC RAS 4.1.0

Dalam menganalisis kapasitas saluran Desa Panggang, Kecamatan Jepara, Kabupaten Jepara, hanya ada data saluran primer berdasar pada hasil survey, menjadikan analisis yang ada hanya dilaksanakan pada saluran primer.

Debit banjir yang dipakai adalah hasil perhitungan metode rasional (PUH 2-10 tahun) kemudian ditambah dengan sisa Q limbah untuk boundary conditions hasil running selama 24 jam, manakala initial condition ialah Q pada jam pertama.

#### 4.3.1.1 Setting Units System

Langkah yang pertama pada program bantu HEC – RAS setelah membuat *new project's name* kemudian mengatur *units system* nya lebih dahulu. Pilih *system internasional (metric system)*. Seperti pada gambar 4.11 :

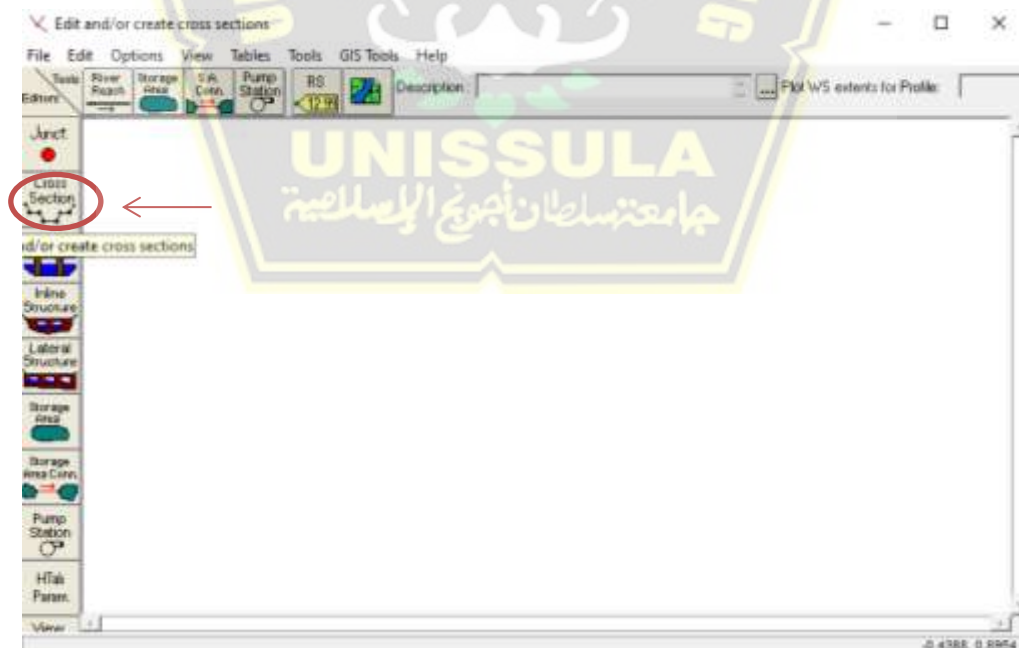


Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Gambar 4.12 *setting units system* pada program bantu HEC – RAS

#### 4.3.1.2 Data Geometri

Setelah mengendalikan *unit setting*, langkah berikutnya merupakan pembuatan skema saluran terlebih dulu. Skema yang terbuat buat analisa eksisting cuma buat saluran primer, semacam yang ditampilkan pada foto 4.13 serta 4.14.



Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Gambar 4.13 Geomeri Data Panggang Pada software HEC – RAS

Sebelum menjalankan pengisian data cross section terlebih dahulu memberikan nama River Station menggunakan **Option** → **Add New Cross Section** lalu isikan nomor **River Station**.





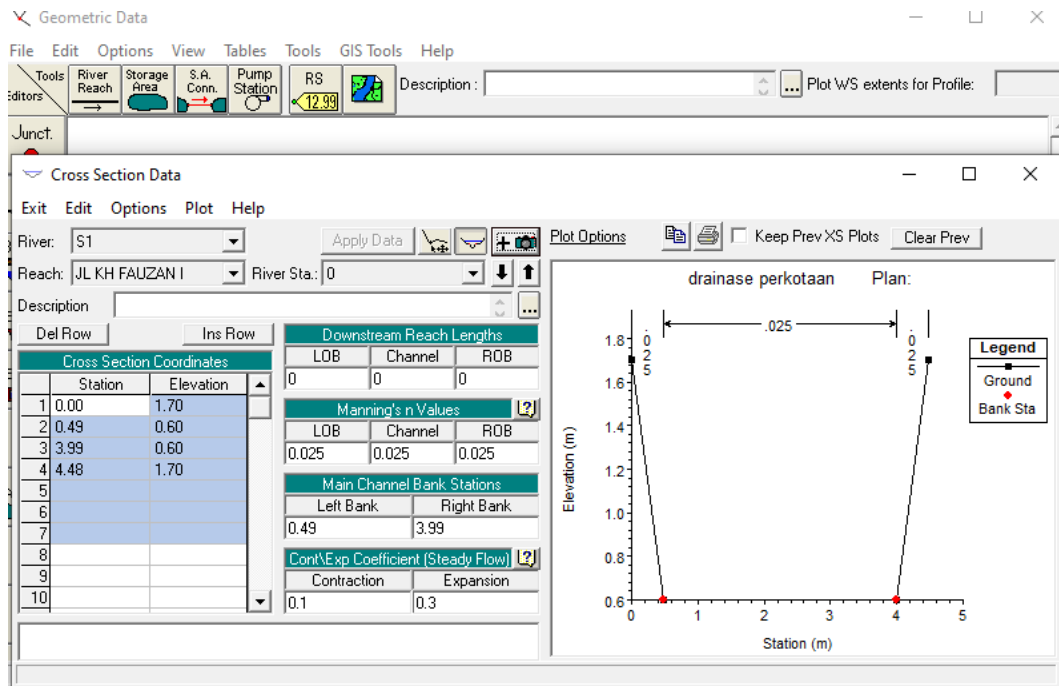
Pada gambar 4.5 merupakan skema drainase di Pusat Kota Jepara dapat dilihat bahwa hulu terletak pada Jl. KH Fauzan dan arah panah memperlihatkan arah aliran air dari hulu menuju hilir. Pada skema tersebut terdapat nama saluran yang diberi nama berdasarkan lokasi nama jalan.

#### 4.3.1.3 *Cross Section*

Tahapan selanjutnya ialah memasukkan data penampang. Adapun data yang wajib dimasukkan antara lain, koefisien manning, panjang saluran, koordinat saluran, serta batasan saluran yang mampu menerima debit banjir. Setelah skematisasi sungai usai langkah berikutnya melakukan pengimputan data cross section sungai dengan menekan tombol **Cross Section** yang terdapat pada tampilan Geometric Data.

Contoh pada cross section S1 Sta. 0 dengan **cross section coordinates** (0, 1.7), (0.49 , 0.6), (3.99 , 0.60), (4.48 , 1.7). **Downstream Reach Length** di isi 0 karena jarak jangkauan ke hilir adalah 0 meter. **Manning's n Values** adalah angka kekasaran manning dilihat pada tabel untuk saluran pasangan batu belah nilainya 0.025. **Main Channel Bank Stasions** adalah batas saluran yaitu pada gambar dapat dilihat untuk batas kiri adalah 0.49 dan batas kanan 3.99. Untuk **Contraction** di isi 0.1 dan **Expansion** di isi 0.3 ini merupakan ketentuan.






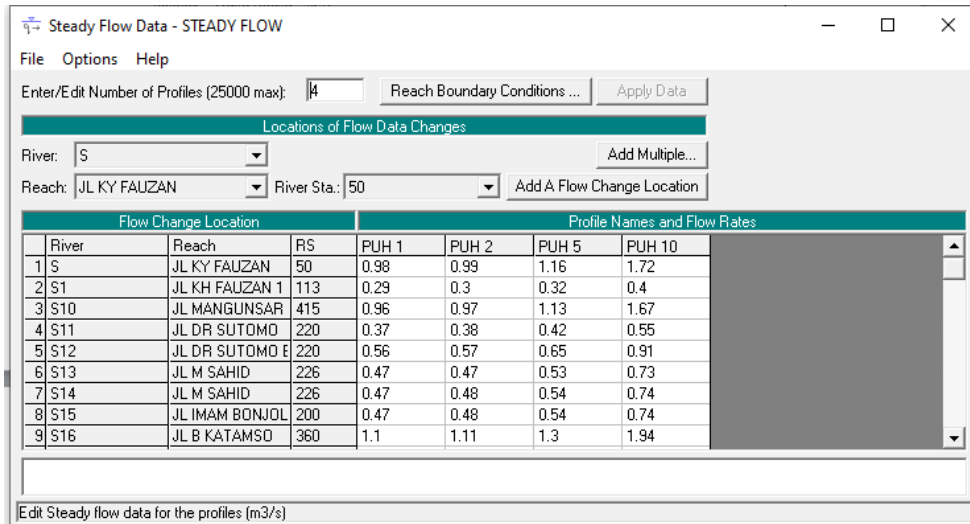
Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Gambar 4.15 Cross Section Saluran Primer Pusat Kota Jepara Pada software HEC – RAS

#### 4.3.1.4 Data Aliran serta Kondisi Batas

Sesudah data geometri selesai diinputkan langkah berikutnya ialah melakukan pengimputan data aliran serta kondisi batas. Tahapan pada pengisian data aliran serta kondisi batas ialah sebagai berikut :

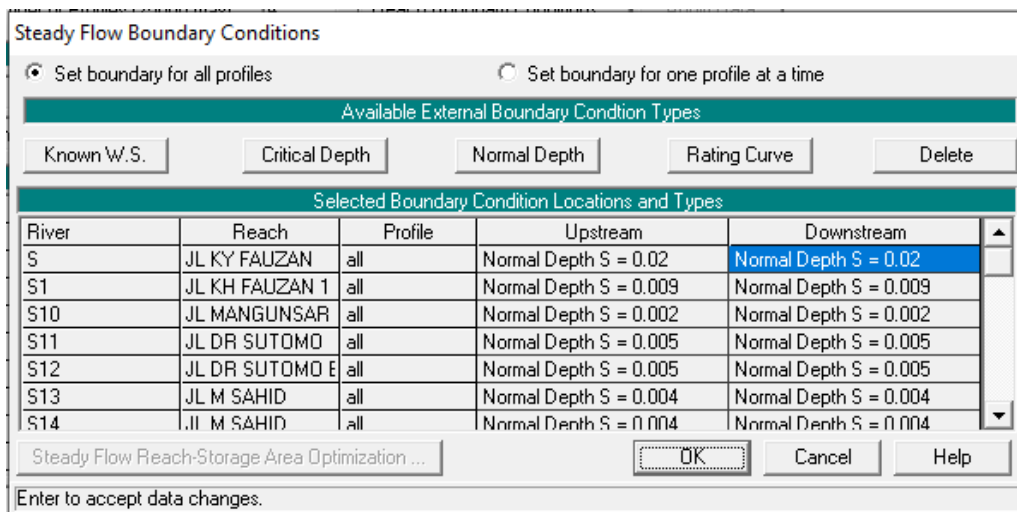
Dalam contoh ini, data aliran yang dimasukan ialah berujud debit hidrograf banjir. Supaya dapat memasukan data aliran serta kondisi batas melalui **Edit** → **Steady Flow Data** atau menekan tombol  yang ada di windows utama HEC-RAS. Kemudian masukkan debit banjir rencana yang telah dihitung dengan  $Q_{2020}$  seperti gambar 4.15.



Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Gambar 4.16 steady flow data pada software HEC RAS

Setelah data debit sudah dimasukkan klik **Reach Boundary Condition** → **Apply Data**. Untuk menyimpan *steady flow data* **File** → **Save Steady Flow Data**.

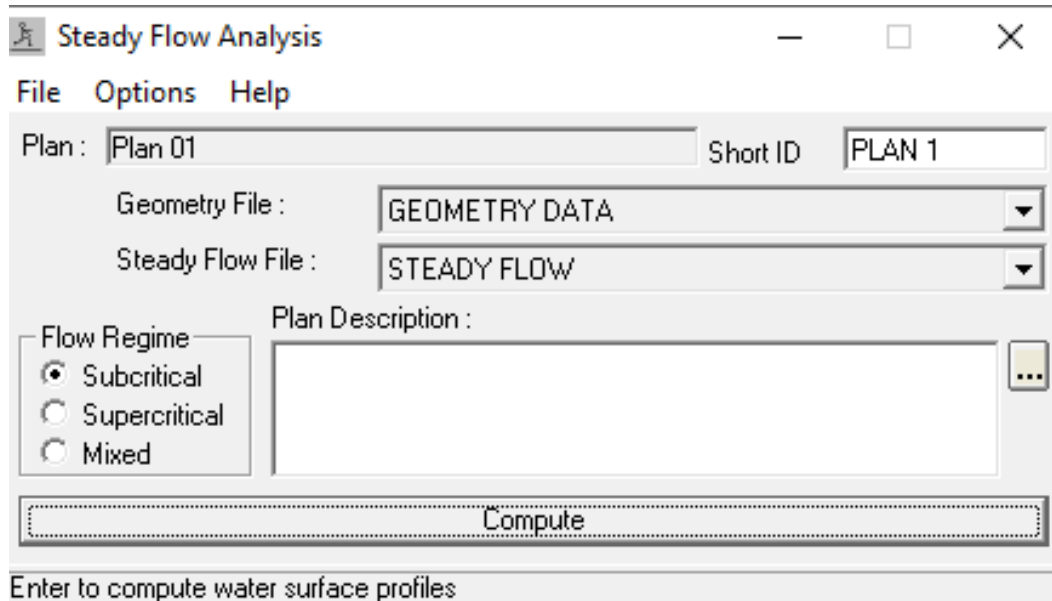


Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Gambar 4.17 steady flow data pada software HEC RAS

#### 4.3.1.5 Simulation Run

Running dilaksanakan dengan menekan menu *run* pada menu *steady flow analysis* kemudian kemudian untuk running hasil perhitungan **Steady Flow Analysis** → **Plan** → **Save Plan** → **Compute**. Untuk short ID dapat di isi PLAN 1. Terlihat di gambar 4.18 hasil *running* berhasil terlihat di gambar 4.19.



Enter to compute water surface profiles

Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Gambar 4.18 running steady flow data pada software HEC RAS



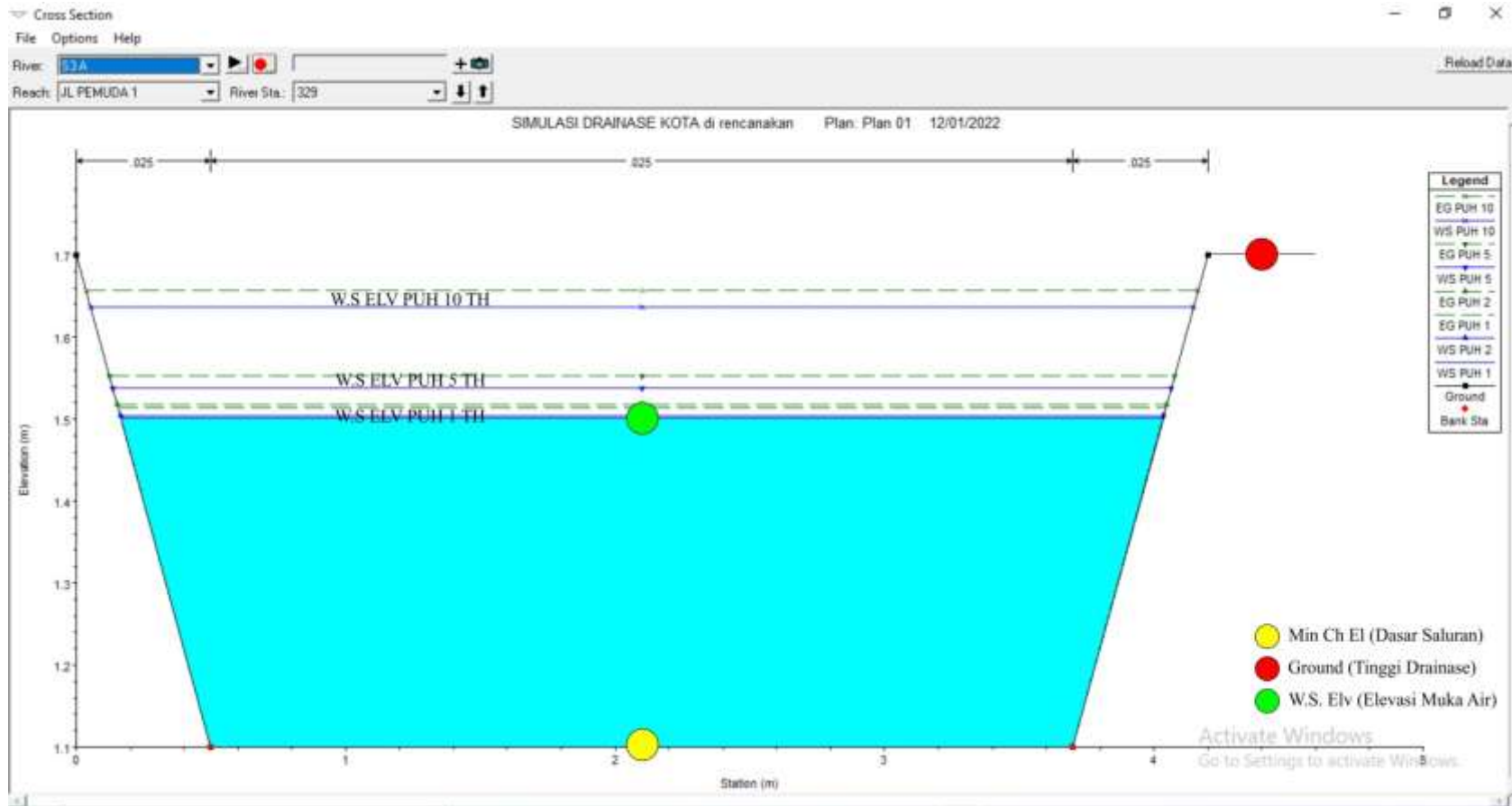
Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Gambar 4.19 Tampilan running berhasil pada software HEC RAS

#### **4.3.2 Hasil *Running* Saluran dengan *software* HEC RAS**

Tahapan terakhir pada pemodelan hidraulika dengan HEC-RAS ialah memperlihatkan hasil perhitungan. Berikut adalah contoh dari salah satu saluran drainase Perkotaan di Kelurahan Pangang, Jepara :

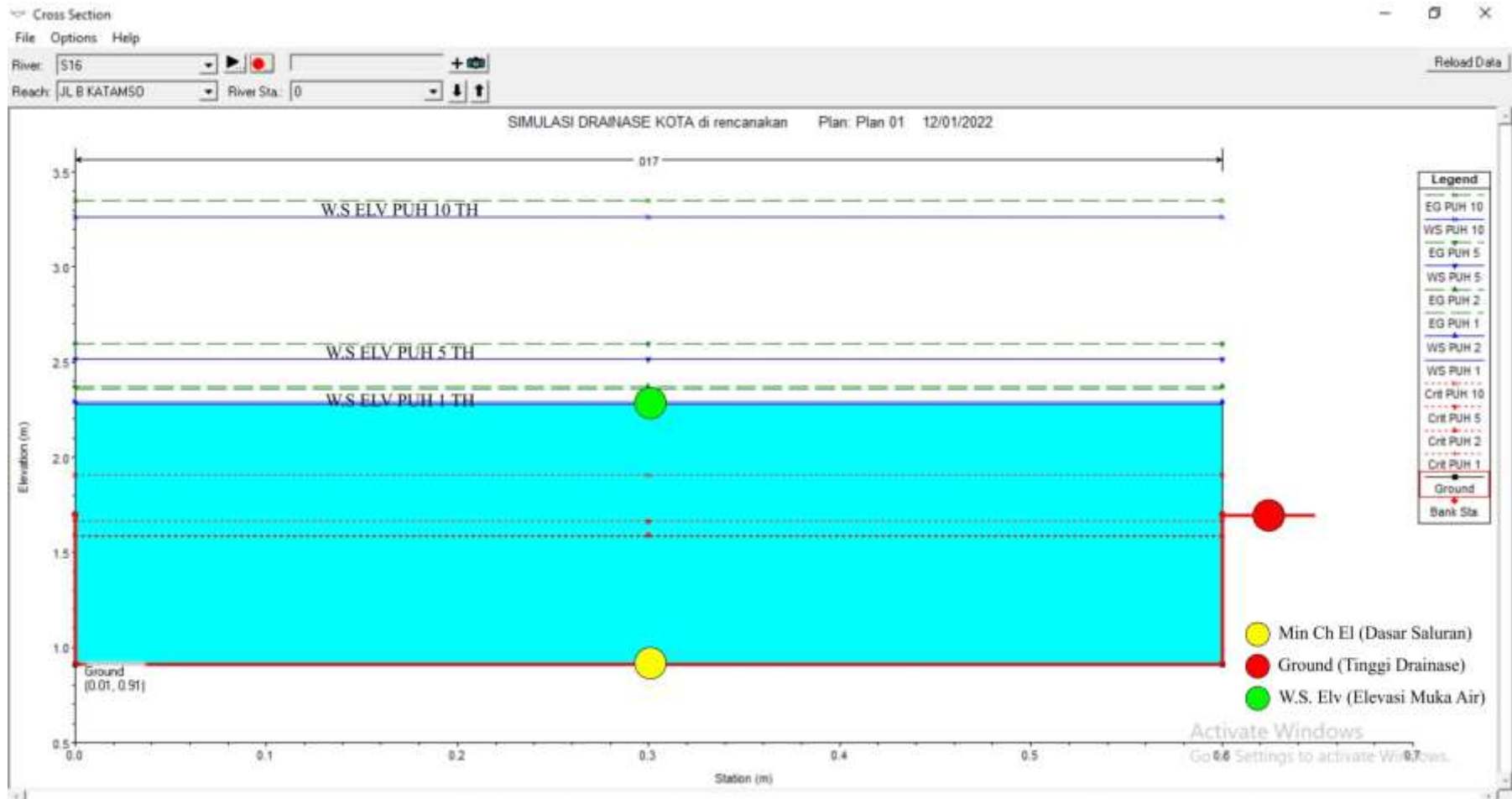
1) *View Cross Section*



Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Gambar 4.20 Hasil *View Cross Section* dari running software HEC – RAS Jl. Pemuda (aman)

Pada gambar 4.20 merupakan suatu representasi hasil *running* dengan keadaan *cross section* aman, pada titik saluran drainase di Jl. Pemuda sta. 329 dengan dimensi saluran  $b = 3.5$  m,  $h = 1$  m, dan bentuk saluran trapesium dengan debit yang mengalir kala ulang 1 tahun dinyatakan masih mampu menampung debit banjir yang mengalir, karena garis W.S Elv 1.5 m dibawah Ground bank sta yaitu 1.7 m.



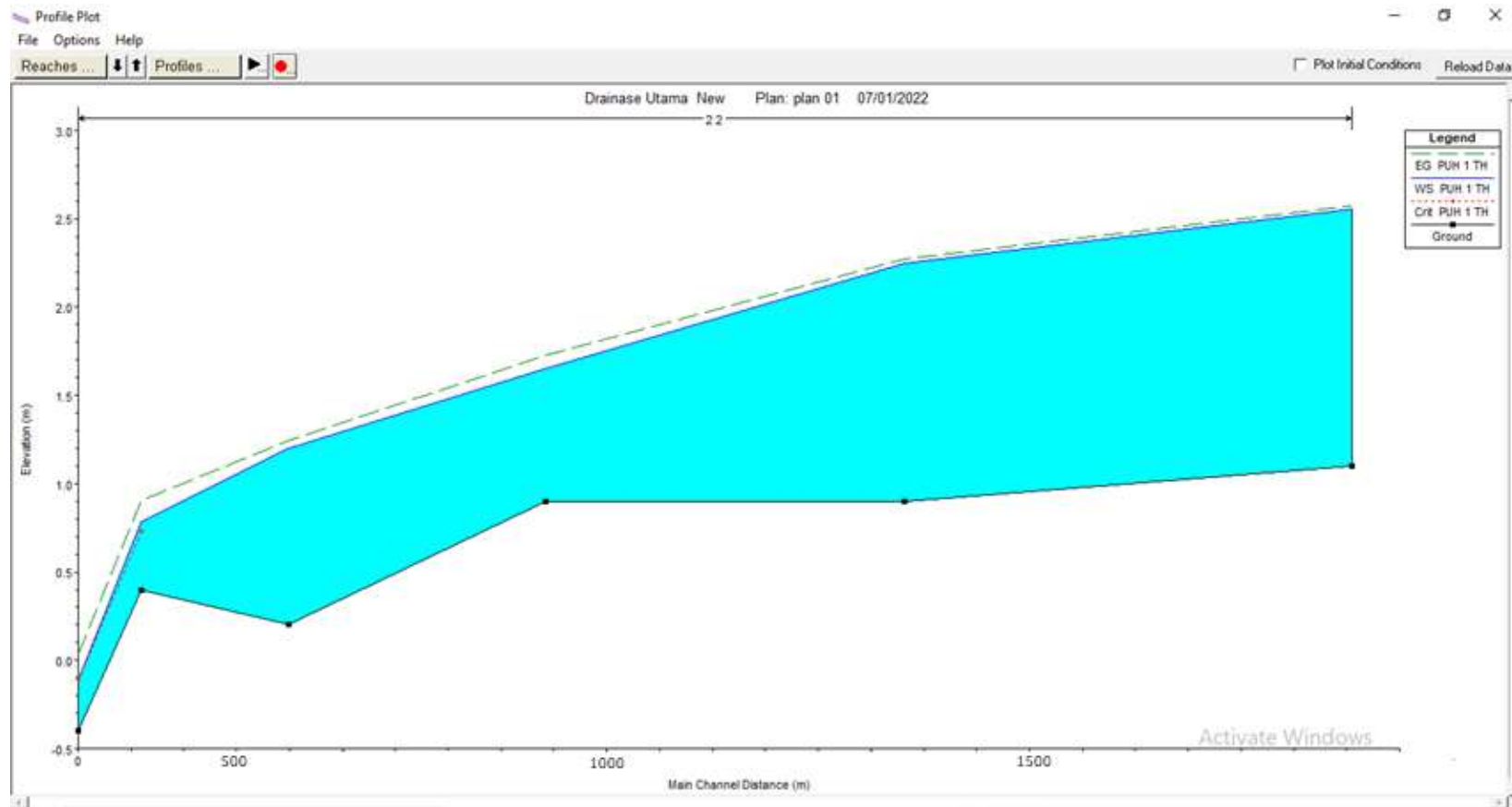
Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Gambar 4.21 Hasil View Cross Section dari running software HEC – RAS Jl. Brigjenkatamso (tidak aman)

Pada gambar 4.21 merupakan suatu representasi hasil *running* pada Jl. Pemuda sta. 360 dengan dimensi saluran  $b= 0.60$  m,  $h= 0.68$  m bentuk saluran persegi dengan debit yang mengalir sebesar 1.04 dinyatakan tidak mampu menampung debit banjir yang mengalir, karena garis W.S. Elv 2.29 m berada diatas Ground Sta 1.67 m.



## 2) Profil Muka Air Sepanjang Alur

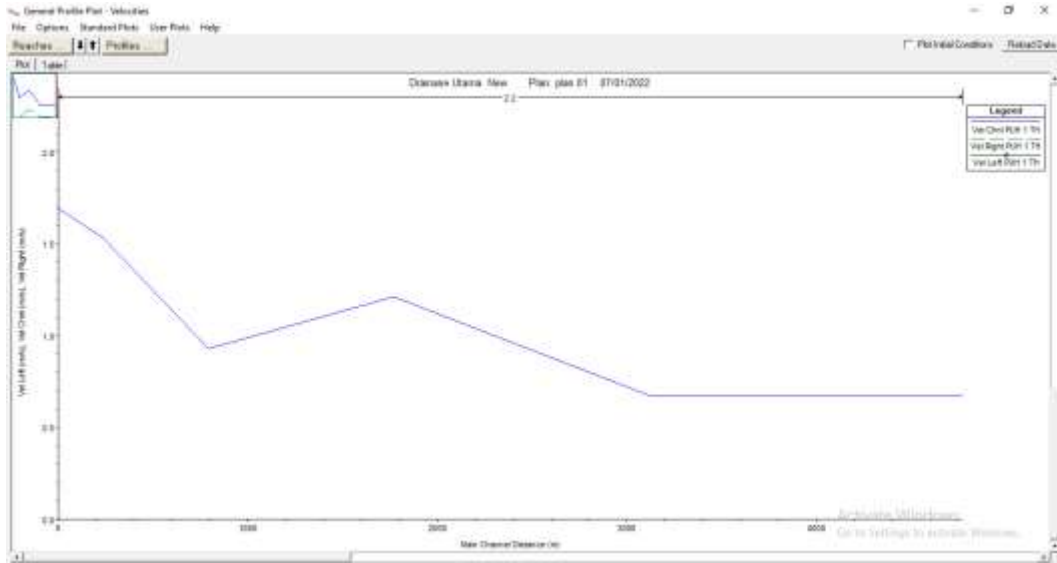


Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Gambar 4.22 Profil muka air sepanjang alur dari running software HEC – RAS

Pada gambar 4.22 adalah simulasi profil muka air sepanjang alur dari *running* *software* HEC – RAS di saluran drainase Jl. Pemuda sampai Jl. Walter Monginsi pada sta 237.2 dan sta 557 terdapat elevasi saluran yang tidak konsisten lebih rendah dari hulu ke hilir. Maka dalam perencanaan perlu adanya perubahan elevasi agar aliran dapat mengalir dengan baik.

### 3) Kecepatan Aliran

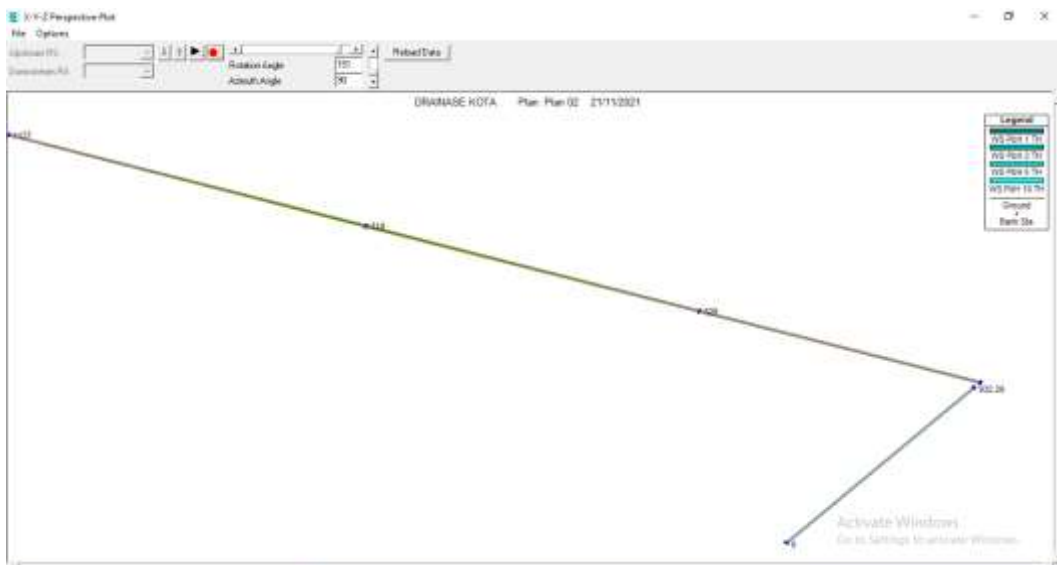


Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Gambar 4.23 Profil kecepatan aliran dari running *software* HEC – RAS

Pada gambar 4.23 dapat direpresentasikan bahwa kecepatan terlihat tidak konstan dari hulu ke hilir, Kondisi demikian dinyatakan bahwa kondisi aliran tidak konstan atau tidak stabil. Kecepatan yang tidak stabil dipengaruhi oleh besar kecilnya dimensi saluran, elevasi saluran yang tidak konsisten lebih rendah ke hilir, dan gaya gesek pada dinding saluran.

### 4) 3D Multiple Cross Section Plot



Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Gambar 4.24 Parameter Hidraulika Tampang melintang dari running *software* HEC – RAS

Gambar 4.24 merupakan representasi pada saluran drainase Jl. Pemuda sampai Jl. Wolter Monginsidi memperlihatkan tampilan yang lebih lengkap, dimana dalam satu penampang atau dimensi saluran drainasae dapat terlihat titik segmen melintang dan memanjang. Secara keseluruhan ketiga gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan adanya variasi debit serta dimensi saluran, elevasi muka air yang terjadi masih berada diatas *bank sta* yang artinya saluran drainase dengan dimensi tersebut tidak dapat mengalirkan debit banjir.

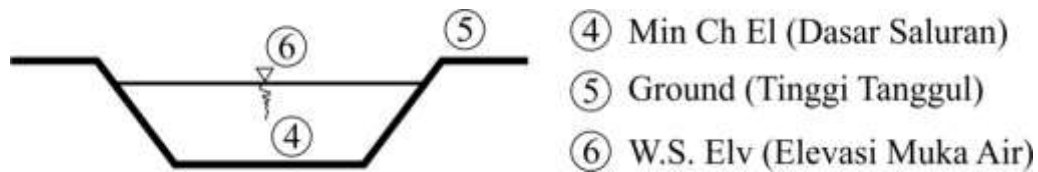
Tabel 4.11 Hasil Analisis dengan *software* HEC RAS

River	Reach	River Sta	Profile	Min Ch El (m)	Ground (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Noted
S9	JLMANGUNSAR 2 A	415	PUH 1	1	1.58	1.84	1.01	No
S9	JLMANGUNSAR 2 A	0	PUH 1	1.05	1.65	1.36	0.84	Yes
S8	JL MANGUNSAR 1 B	382	PUH 1	0.82	1.70	1.52	0.59	Yes
S8	JL MANGUNSAR 1 B	0	PUH 1	0.8	1.60	1.23	1.05	Yes
S7	JL MANGUNSAR 1 A	382	PUH 1	0.7	1.70	2.9	0.15	No
S7	JL MANGUNSAR 1 A	0	PUH 1	0.86	1.50	2.86	0.84	No
S6	JL KH YASIN B	338	PUH 1	1.1	1.70	4.13	0.61	No
S6	JL KH YASIN B	0	PUH 1	0.8	1.50	3.3	0.74	No
S5	JL KH YASIN A	338	PUH 1	0.74	1.70	1.24	0.54	Yes
S5	JL KH YASIN A	0	PUH 1	0.6	1.70	0.83	1.23	Yes
S4	JL HOS COKRO	320	PUH 1	0.7	1.70	1.06	0.7	Yes
S4	JL HOS COKRO	0	PUH 1	0.3	1.70	0.5	0.77	Yes
S3C	JL PEMUDA 3	418	PUH 1	0.8	1.40	1.53	0.33	No
S3C	JL PEMUDA 3	0	PUH 1	1.1	1.70	1.4	0.82	Yes
S3B	JL PEMUDA 2	390	PUH 1	1.1	1.70	1.55	0.54	Yes
S3B	JL PEMUDA 2	0	PUH 1	0.9	1.45	1.19	0.8	Yes
S3 A	JL PEMUDA 1	329	PUH 1	1.1	1.70	1.5	0.52	Yes
S3 A	JL PEMUDA 1	0	PUH 1	0.9	1.45	1.13	0.85	Yes
S23A	Gg GARUDA	409	PUH 1	0.9	2.10	2.01	1.02	Yes
S23A	Gg GARUDA	0	PUH 1	0.7	2.10	0.9	1.19	Yes
S23	Gg GARUDA	409	PUH 1	0.9	2.10	2.28	1.21	Yes
S23	Gg GARUDA	0	PUH 1	0.7	2.10	0.95	1.37	Yes
S22	JL Chairil Anwar	188	PUH 1	0.6	1.70	0.89	0.53	Yes
S22	JL Chairil Anwar	0	PUH 1	0.5	1.60	0.64	1.1	Yes
S21	JL W MONGINSI	237.2	PUH 1	0.4	1.70	0.49	0.67	Yes
S21	JL W MONGINSI	0	PUH 1	-0.4	1.80	-0.33	0.68	Yes
S20	JL DIPONEGORO	96.8	PUH 1	0.4	1.90	2.01	0.17	No
S20	JL DIPONEGORO	0	PUH 1	1	1.58	1.84	1.01	No

Tabel 4.11 Lanjutan Tabel

River	Reach	River Sta	Profile	Min Ch El (m)	Ground (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)	Noted
S2	JL KH FAUZAN 2	81	PUH 1	1.5	2.80	1.9	1.39	Yes
S2	JL KH FAUZAN 2	0	PUH 1	1.1	1.70	1.26	0.49	Yes
S19	JL DIPONEGORO	79.37	PUH 1	0.9	1.90	0.99	0.85	Yes
S19	JL DIPONEGORO	0	PUH 1	0.7	1.93	1.14	0.67	Yes
S18B	JL RA KARTINI	225	PUH 1	0.7	1.60	0.89	1.5	Yes
S18B	JL RA KARTINI	0	PUH 1	0.9	1.70	1.91	1.49	No
S18A	JL RA KARTINI	115	PUH 1	0.7	1.50	1.1	2.23	Yes
S18A	JL RA KARTINI	0	PUH 1	0.7	1.70	1.6	0.57	Yes
S18	JL RA KARTINI	310	PUH 1	0.9	1.70	1.39	1.85	Yes
S18	JL RA KARTINI	0	PUH 1	0.7	1.70	1.97	0.31	No
S17A	JL MH TAMRIN	538	PUH 1	0.9	1.70	1.89	0.78	No
S17A	JL MH TAMRIN	0	PUH 1	1.1	1.80	4	0.29	No
S17	JL MH TAMRIN	215	PUH 1	1.5	2.20	3.79	0.72	No
S17	JL MH TAMRIN	0	PUH 1	1.1	1.70	2.92	0.38	No
S16 A	JL B KATAMSO	432	PUH 1	1.5	2.20	2.73	1.1	No
S16 A	JL B KATAMSO	0	PUH 1	1.2	1.99	3.09	0.86	No
S16	JL B KATAMSO	360	PUH 1	0.91	1.70	2.37	1.05	No
S16	JL B KATAMSO	0	PUH 1	1.2	1.88	3.11	0.97	No
S15	JL IMAM BONJOL	200	PUH 1	0.91	1.70	2.28	1.27	No
S15	JL IMAM BONJOL	0	PUH 1	1.02	1.52	1.9	0.87	No
S14	JL M SAHID	226	PUH 1	0.81	1.60	1.32	1.4	Yes
S14	JL M SAHID	0	PUH 1	1.22	1.70	2.38	0.87	No
S13	JL M SAHID	226	PUH 1	0.95	1.80	1.73	1.19	Yes
S13	JL M SAHID	0	PUH 1	1.26	1.70	2.32	0.87	No
S12	JL DR SUTOMO B	220	PUH 1	1.14	1.80	1.69	1.28	Yes
S12	JL DR SUTOMO B	0	PUH 1	1.1	1.70	2.5	0.8	No
S11	JL DR SUTOMO	220	PUH 1	1	1.80	1.89	1.32	No
S11	JL DR SUTOMO	0	PUH 1	1	1.70	1.96	0.44	No
S10	JL MANGUNSAR 2 B	415	PUH 1	1.19	1.80	1.72	1.28	Yes
S10	JL MANGUNSAR 2 B	0	PUH 1	1.05	1.63	1.79	0.65	No
S1	JL KH FAUZAN 1	113	PUH 1	0.99	1.59	1.45	1.1	Yes
S1	JL KH FAUZAN 1	0	PUH 1	0.6	1.70	0.85	0.32	Yes
S	JL KY FAUZAN	50	PUH 1	0.6	1.70	0.7	0.82	Yes
S	JL KY FAUZAN	0	PUH 1	0.3	1.70	0.54	0.95	Yes

Sumber : Hasil Analisa, 2021



Sumber : Hasil Analisa, 2021

Gambar 4.25 Ilustrasi Penampang Melintang Saluran

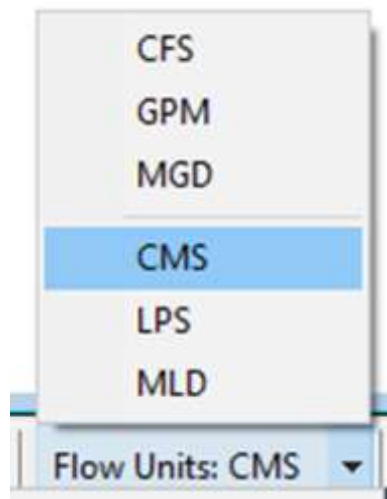
Dari tabel 4.25 dapat di representasikan bahwa saluran yang dinyatakan aman tidak terjadi luapan adalah saluran yang posisi *ground bank channel* diatas muka air banjir (W.S Elv). Untuk saluran yang tidak terjadi luapan terdapat pada saluran Jl. HOS Cokroaminoto , Jl. Mangunsarkoro, Jl. KH Yasin, Gg. Garuda, Jl. Chairil Anwar, Jl. Walter Monginsi, Jl, Diponegoro, Jl. KH Fauzan . Maka dapat ditarik kesimpulan beberapa saluran drainase diperkotaan perlu dilakukan kajian ulang atau analisa ulang salah satunya dengan memperbesar dimensi saluran drainase.

#### 4.3.3 ANALISIS Perhitungan Kapasitas Saluran *Software* EPA SWMM 5.10

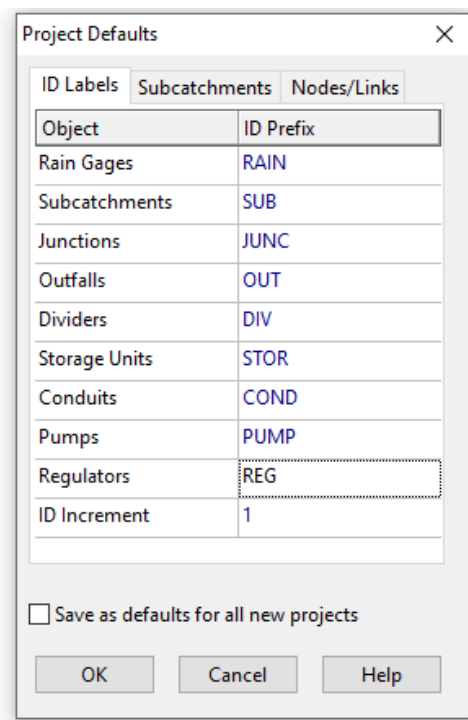
Analisis kondisi eksisting jaringan drainase ditunjukkan guna memperlihatkan daerah yang terendam di Pusat Kota Jepara dengan melaksanakan simulasi *software* EPA SWMM yang dikalibrasi dengan hasil pengamatan dilapangan. Objek yang dipakai untuk pengaplikasian *software* EPA SWMM diantaranya, *subcatchment*, *conduit*, *junction*, *outfall* dan *rain gage*. Kala ulang yang digunakan pada evaluasi eksisting ini memakai kala ulang 2,5, serta 10 tahun.

##### 4.3.3.1 *Setting Unit System*

Tahap yang awal pada program bantu EPA SWMM sesudah membuat *new project's name* kemudian mengatur satuan dan ID Labels. Seperti gambar 4.26 serta 4.27:



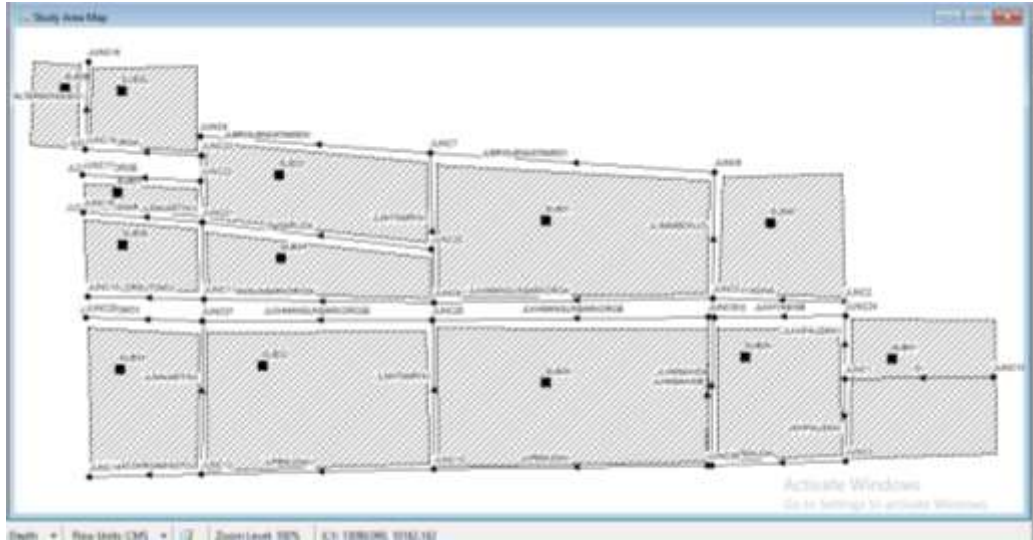
Gambar 4.26 *Setting unit system*



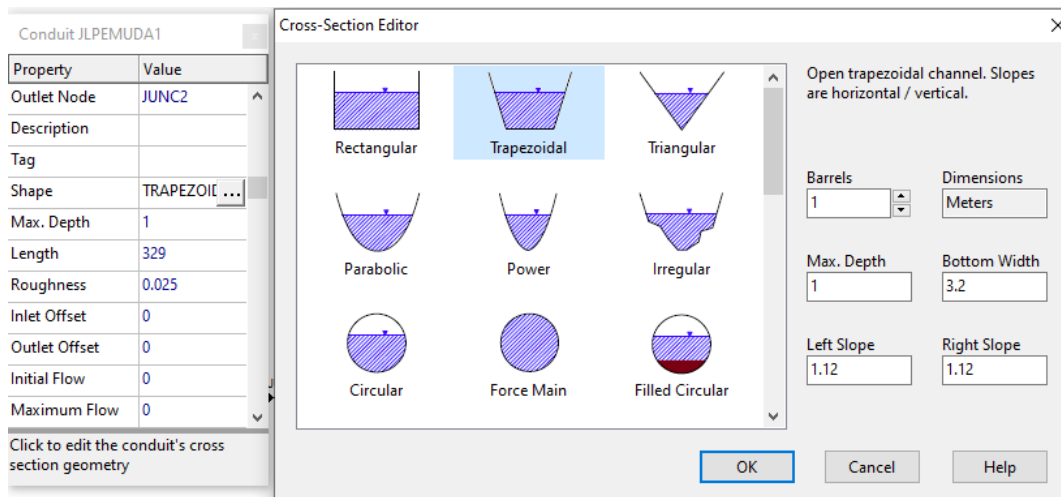
Gambar 4.27 *Setting ID Labels*

#### 4.3.3.2 DATA GEOMETRI

Tahapan selanjutnya ialah mengimput data penamang. Adapun data yang harus diimput diantaranya, *subcatchment*, *conduit*, *junction*, *outfall* dan *rain gage*. Setelah skematisasi saluran selesai seperti gambar 4.19:



Gambar 4.28 Skema Saluran pada *software* EPA SWMM selanjutnya melakukan pengisian data *conduit* dengan menekan garis *conduit* yang ada pada gambar kemudian klik kanan. Seperti pada gambar 4.29.



Gambar 4.29 *Cross Section* pada *software* EPA SWMM

Contoh pada *cross section* Jl Pemuda I dengan Bentuk Saluran Trapesium dengan Dimensi  $b = 1$  m,  $h=3.2$  m, dan  $A = 4.2$  m. Panjang saluran (*Length*) 329 m dengan kekasaran manning (*Roughness*) 0.025.



Subcatchment SUB1	
Property	Value
Name	SUB1
X-Coordinate	10369.369
Y-Coordinate	3738.739
Description	
Tag	
Rain Gage	RAIN4
Outlet	JUNC1
Area	2.22
Width	300

Gambar 4.30 *Subcatchment* pada *software* EPA SWMM

Pada pengisian data untuk *subcatchment* Contoh pada *cross section* Jl Pemuda I dibutuhkan data Luas Area *subcatchment* **2.22 Ha** , Outlet air masuk melalui **JUNC 1**, dan Width **300 m**.

Time Series Editor		
Time Series Name RAIN1		
Description PUH2		
<input type="checkbox"/> Use external data file named below		
<input checked="" type="checkbox"/> Enter time series data in the table below		
No dates means times are relative to start of simulation.		
Date (M/D/Y)	Time (H:M)	Value
	00:00	129.691
	01:00	129.691
	02:00	81.330
	03:00	61.830
	04:00	50.865

Gambar 4.31 *Input Time Series* pada PUH 2 Th

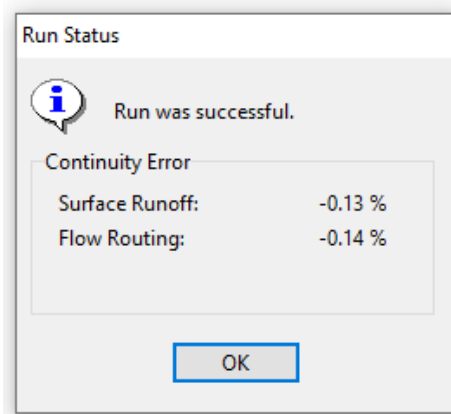
Pada pengisian data untuk *Time Series* Contoh pada PUH 2 Th dibutuhkan data Hujan per Jam , pada jam ke-1 129.691 mm, ke-2 81.330 mm, ke-3 61.830 mm, dan ke- 4 50.865 mm.

#### 4.3.3.3 Simulation Run

Running dilakukan dengan klik menu *option* pada menu *project* kemudian input *process model*, infiltration model, dan *routing model*. Seperti pada gambar 4.32 hasil *running* berhasil seperti pada gambar 4.33.



Gambar 4.32 Input Simulation Option pada software EPA SWMM

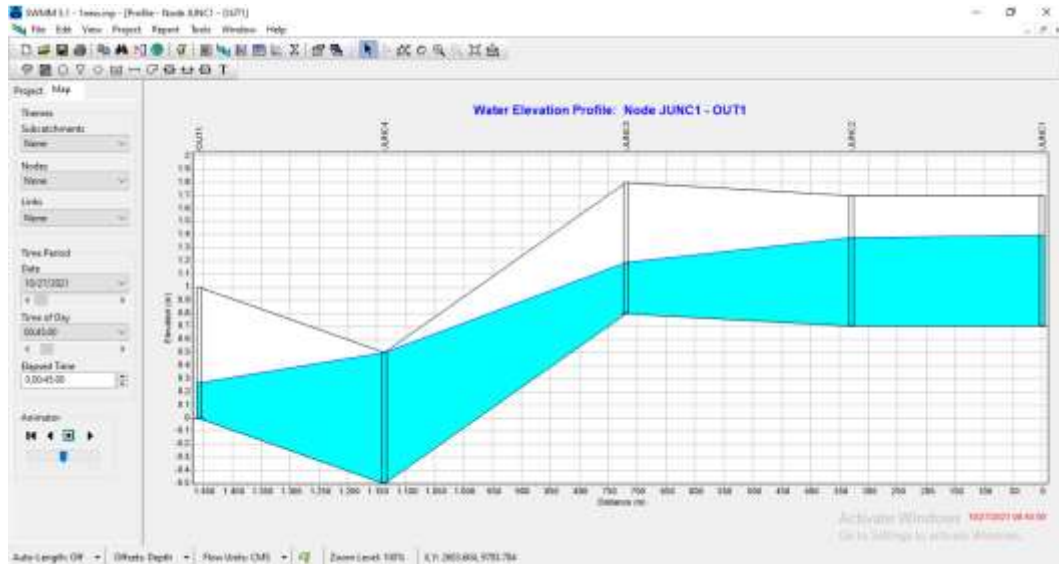


Gambar 4.33 Run berhasil pada software EPA SWMM

#### 4.3.4 Hasil Running Saluran dengan software EPA SWMM

Mengacu hasil *running* EPA SWMM ada genangan pada titik-titik tertentu pada saluran Pusat Kota Jepara. Genangan terjadi pada kala ulang 2,5, serta 10 Th dimana semakin lama kala ulang yang terjadi

makin bertambah juga node yang mengalami banjir. Berikut ialah contoh saluran yang terjadi limpasan seperti gambar 4.23 dan saluran yang aman seperti gambar 4.24 :



Gambar 4.34 *Run Simulation* Saluran Jl. Pemuda sampai Jl. HOS Cokroaminoto pada *software* EPA SWMM

Pada gambar diatas terlihat bahwa pada saluran Jl. Pemuda sampai Jl. HOS Cokroaminoto tidak dapat menampung limpasan air karena dimensi saluran kurang memenuhi dan elevasi dari Titik 12 ke hilir tidak semakin rendah, sehingga mengakibatkan terjadinya genangan bahkan banjir.

Gambar 4.35 Tabel Hasil *Run Simulation* Saluran Jl. Pemuda sampai Jl. HOS Cokroaminoto pada *software* EPA SWMM

Node Flooding <span style="float: right;">Click a column header to sort the column.</span>						
Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Day of Maximum Flooding	Hour of Maximum Flooding	Total Flood Volume 10 <sup>6</sup> ltr	Maximum Poned Depth Meters
JUNC4	4.43	2.087	0	02:00	16.470	0.000

Pada gambar 4.35 terlihat bahwa pada saluran JL Pemuda III terjadi *node flooding* di jam ke 4.43 dengan debit maksimum 2.087 CMS.

#### 4.3.5 Rekapitulasi Node Lokasi Banjir Hasil *Running* EPA SWMM

Berdasarkan hasil *Run Simulation* pada *software* EPA SWMM saluran Kelurahan Panggan, Jepara terdapat node banjir pada beberapa saluran yang direkap pada tabel 4.12:

Tabel 4.12 Rekap *Node* Lokasi Banjir Hasil *Running* EPA SWMM

No	Conduit	Hours Flooded	Maximum rate CMS	Maximum Velocity m/s	Total Flood Volume 10 <sup>6</sup> Lt	Node
1	S	0	0.00	0.59	0.00	Yes
2	JL KH FAUZAN I	0	0.14	1.04	0.00	Yes
3	JL KH FAUZAN II	0	0.16	1.23	0.00	Yes
4	Jl. Pemuda I	0	0.76	0.65	0.00	Yes
5	Jl. Pemuda II	0	1.67	0.26	0.00	Yes
6	Jl. Pemuda III	4.43	2.57	0.19	15.50	No
7	Jl. Cokroaminoto	0	1.04	0.56	0.00	Yes
8	Jl. KH Yasin A	0	0.00	0.99	0.00	Yes
9	Jl. KH Yasin B	0	0.17	0.89	0.00	Yes
10	Jl. Ki Mangunkarso 1 (A)	5.01	0.60	0.56	6.03	No
11	Jl. Ki Mangunkarso 1 (B)	0	1.07	0.93	0.00	Yes
12	Jl. Ki Mangunkarso 2 (A)	4.69	1.52	1.54	14.02	No
13	Jl. Ki Mangunkarso 2 (B)	0	0.62	0.43	0.00	No
14	Jl. Dr Sutomo (A)	4.65	2.21	2.19	20.07	No
15	Jl. Dr Sutomo (B)	5.27	0.99	0.84	14.24	No
16	Jl. HM Sahid (A)	2.93	0.20	1.18	0.00	No
17	Jl. HM Sahid (B)	0	0.39	0.87	0.00	Yes
18	Jl. Imam Bonjol	0	0.79	2.47	0.00	Yes
19	Jl. Brigjen Katamso I	5.1	1.25	0.59	14.17	No
20	Jl. Brigjen Katamso II	4.79	0.69	1.11	5.52	No
21	Jl. MH Tamrin I	5.29	0.91	0.54	11.59	No
22	Jl. MH Tamrin II	4.88	0.74	0.56	6.64	No
23	Jl. RA Kartini I	0	0.56	1.19	0.00	Yes
24	Jl. RA Kartini II	5.12	1.64	0.74	17.23	No
25	Jl. Diponegoro (A)	5.16	0.07	0	0.48	No
26	Jl. Diponegoro (B)	5.86	0.04	0	0.71	No
27	Jl. Wolter Monginsidi	0	0.14	0.35	0.00	Yes
28	Jl. Chairil Anwar	0	1.14	1.54	0.00	Yes
29	Gg. Garuda B	0	0.72	0.60	0.00	Yes
30	Gg. Garuda A	0	1.16	1.14	0.00	Yes

Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Berdasarkan tabel Rekap *Node* Lokasi Banjir tahun 2020 dapat dilihat terdapat *node flooded* dapat dipastikan semakin bertambahnya kala ulang akan mengalami penambahan node yang terjadi banjir. Sehingga harus dilaksanakan rencan ulang guna saluran drainase bisa menanggulangi terjadinya banjir dengan setrategi melaksanakan perubahan dimensi dan elevasi pada saluran dengan menggunakan program bantu EPA SWMM.

#### 4.3.6 Perencanaan Dimensi Baru

Perencanaan ulang saluran drainase pada Pusat Kota Jepara sangat diperlukan, karena dengan adanya perencanaan ulang saluran tentunya akan menjadikan kawasan Perkotaan bebas banjir sehingga memberikan kenyamanan untuk warga dilingkungan disetiap musim penghujan. Rencana ulang dilaksanakan dengan menggunakan *software* HEC RAS dan EPA SWMM dengan kala ulang 10 Th Rencana ini dilaksanakan dengan mengganti elevasi serta ukuran saluran memakai *software* HEC RAS dan EPA SWMM.

##### 4.3.6.1 Perencana Dimensi Baru dengan memakai *software* HEC RAS

###### 4.1.0

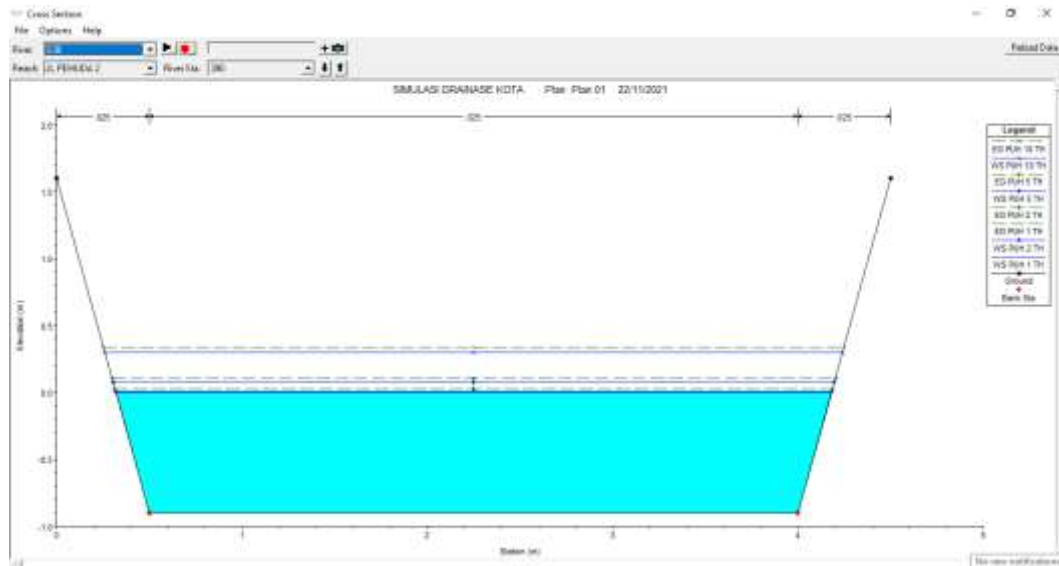
Pada PUH 1 tahun terdapat titik – titik banjir pada saluran Pusat Kota Jepara, ternya titik banjir disebabkan saluran tidak dapat menampung debit banjir. Guna mengatasi banjir dibutuhkan Rencana ulang dengan setrategi mengubah ukuran serta mengelevasi saluran dilakukan dengan cara *merunning (trial error)* pada *software* HEC RAS. Berikut adalah dimensi baru hasil *trial* dengan memakai *software* HEC RAS pada kala ulang 10 Th :

Tabel 4.13 Perencanaan Dimensi Baru Saluran Pusat Kota Jepara

No	Conduit	B (m)	H (m)	Left Slope (m)	Right Slope (m)	A (m)	Panjang Saluran	S	Noted
1	S	2.4	1.4	1.48	1.48	3.37	50	0.02	Trapesium
2	JL KH FAUZAN I	3.5	1.1	1.2	1.2	4.45	113	0.00885	Trapesium
3	JL KH FAUZAN II	3.5	1.1	1.2	1.2	4.45	81	0.012346	Trapesium
4	Jl. Pemuda I	3.5	1.1	3	3	4.5	329	0.00304	Trapesium
5	Jl. Pemuda II	3.5	1	2.5	2.5	4.5	390	0.002564	Trapesium
6	Jl. Pemuda III	3.5	1	2.5	2.5	4.5	418	0.002392	Trapesium
7	Jl. Cokroaminoto	2.2	1	1.57	1.57	3.1	418	0.002392	Trapesium
8	Jl. KH Yasin A	1.65	0.96	1.59	1.59	2.7	338	0.002959	Trapesium
9	Jl. KH Yasin B	0.8	1	1.59	1.59	2.7	338	0.002959	Trapesium
10	Jl. Ki Mangunkarso 1 (A)	2.3	1.5	1.59	1.59	2.7	382	0.002618	Trapesium
11	Jl. Ki Mangunkarso 1 (B)	1.82	1.5	1.52	1.52	3	382	0.002618	Trapesium
12	Jl. Ki Mangunkarso 2 (A)	2.7	1.5	1.59	1.59	2.7	415	0.00241	Trapesium
13	Jl. Ki Mangunkarso 2 (B)	1.65	0.65	1.52	1.52	3	415	0.00241	Trapesium
14	Jl. Dr Sutomo (A)	1	1	1.59	1.59	3	220	0.004545	Trapesium
15	Jl. Dr Sutomo (B)	1	1	1.59	1.59	3	220	0.004545	Trapesium
16	Jl. HM Sahid (A)	0.8	1.5	-	-	-	226	0.004425	Persegi
17	Jl. HM Sahid (B)	1.2	1	-	-	-	226	0.00885	Persegi
18	Jl. Imam Bonjol	1.2	0.8	-	-	-	200	0.005	Persegi
19	Jl. Brigjen Katamso I	1.2	1.5	-	-	-	360	0.005556	Persegi
20	Jl. Brigjen Katamso II	1.2	1.5	-	-	-	432	0.00463	Persegi
21	Jl. MH Tamrin I	1	0.8	-	-	-	215	0.006977	Persegi
22	Jl. MH Tamrin II	1	0.8	-	-	-	538	0.004647	Persegi
23	Jl. RA Kartini I	1.5	1	-	-	-	310	0.006452	Persegi
24	Jl. RA Kartini II	1	1	-	-	-	342	0.005848	Persegi
25	Jl. Diponegoro (A)	0.7	1	-	-	-	96.8	0.010331	Persegi
26	Jl. Diponegoro (B)	0.7	1.3	-	-	-	96.8	0.010331	Persegi
27	Jl. Wolter Monginsidi	5.8	1.3	-	-	-	237.2	0.004216	Persegi
28	Jl. Chairil Anwar	2.9	1.1	-	-	-	189	0.005291	Persegi
29	Gg. Garuda	2.9	1.2	-	-	-	644	0.001553	Persegi

Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Setelah perubahan dimensi baru kala ulang 10 tahun mendapatkan hasil *running* pada *software* HEC RAS sebagai berikut :



Gambar 4.36 Run Simulation Saluran Jl. Pemuda software HEC RAS (aman)

Pada gambar 4.7 merupakan suatu representasi hasil *running* pada Jl. Pemuda sta. 390 pada kala ulang 10 Th dengan ukuran saluran baru  $b=3.5$  m,  $h=1.1$  m, dan  $A=4.5$  m kemiringan dasar saluran  $s=0.002564$  bentuk saluran trapesium dengan debit yang mengalir kala ulang 10 Th sebesar  $1.19 \text{ m}^3/\text{s}$  dinyatakan mampu menampung debit banjir yang mengalir. Untuk rekapitulasi tabel hasil *running* HEC RAS dengan perencanaan ulang dimensi baru sebagai berikut:

Tabel 4.14 Rekap Hasil Perencanaan Dimensi Baru dengan software HEC RAS

River	Reach	River Sta	Profile	Min Ch El (m)	Ground (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
S9	JLMANGUNSAR 2 A	415	PUH 10	0.1	1.7	1.65	1.08
S9	JLMANGUNSAR 2 A	0	PUH 10	0.9	1.5	1.33	1.02
S8	JL MANGUNSAR 1 B	382	PUH 10	0.2	1.7	1.58	0.52
S8	JL MANGUNSAR 1 B	0	PUH 10	0.8	1.6	1.4	1.27
S7	JL MANGUNSAR 1 A	382	PUH 10	0.2	3.7	3.57	0.18
S7	JL MANGUNSAR 1 A	0	PUH 10	0.1	3.7	3.52	0.86
S6	JL KH YASIN B	338	PUH 10	0.3	1.5	1.91	0.69
S6	JL KH YASIN B	0	PUH 10	0.4	1.5	1.37	1.14
S5	JL KH YASIN A	338	PUH 10	0.74	1.7	1.39	0.64
S5	JL KH YASIN A	0	PUH 10	0.6	1.5	0.91	1.43
S4	JL HOS COKRO	320	PUH 10	0.7	1.7	1.14	0.91
S4	JL HOS COKRO	0	PUH 10	0.2	1.6	0.47	0.92

Tabel 4.14 Rekap Hasil Perencanaan Dimensi Baru dengan *software* HEC RAS  
(Lanjutan)

River	Reach	River Sta	Profile	Min Ch El (m)	Ground (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
S3C	JL PEMUDA 3	418	PUH 10	0.9	1.7	1.61	0.54
S3C	JL PEMUDA 3	0	PUH 10	0.9	1.5	1.32	1
S3B	JL PEMUDA 2	390	PUH 10	1.1	1.7	1.7	0.68
S3B	JL PEMUDA 2	0	PUH 10	0.9	1.5	1.3	0.97
S3 A	JL PEMUDA 1	329	PUH 10	1.1	1.7	1.64	0.65
S3 A	JL PEMUDA 1	0	PUH 10	0.9	1.5	1.22	1.03
S23A	Gg GARUDA	409	PUH 10	0.3	1.7	0.96	0.59
S23A	Gg GARUDA	0	PUH 10	0.3	1.5	0.58	1.41
S23	Gg GARUDA	409	PUH 10	0.2	1.7	0.99	0.78
S23	Gg GARUDA	0	PUH 10	0.1	1.6	0.47	1.65
S22	JL Chairil Anwar	188	PUH 10	0.6	1.7	0.99	0.62
S22	JL Chairil Anwar	0	PUH 10	0.5	1.6	0.69	1.26
S21	JL W MONGINSI	237.2	PUH 10	0.4	1.7	0.52	0.7
S21	JL W MONGINSI	0	PUH 10	-0.3	1.7	-0.21	0.76
S20	JL DIPONEGORO	96.8	PUH 10	0.4	1.7	1.98	0.17
S20	JL DIPONEGORO	0	PUH 10	1.4	1.7	1.86	1.38
S2	JL KH FAUZAN 2	81	PUH 10	1.1	1.7	1.3	0.53
S2	JL KH FAUZAN 2	0	PUH 10	0.9	1.5	1.01	0.9
S19	JL DIPONEGORO	79.37	PUH 10	0.7	1.7	1.2	0.65
S19	JL DIPONEGORO	0	PUH 10	0.7	1.7	0.92	1.48
S18B	JL RA KARTINI	225	PUH 10	1.1	2.1	2.01	1.35
S18B	JL RA KARTINI	0	PUH 10	0.5	2	1.18	1.81
S18A	JL RA KARTINI	115	PUH 10	1	2	1.86	1.06
S18A	JL RA KARTINI	0	PUH 10	0.9	1.9	1.34	2.08
S18	JL RA KARTINI	310	PUH 10	0.9	1.9	2.1	0.68
S18	JL RA KARTINI	0	PUH 10	0.7	1.7	1.52	1
S17A	JL MH TAMRIN	538	PUH 10	0.3	1.8	1.88	0.43
S17A	JL MH TAMRIN	0	PUH 10	0.9	1.7	1.61	1.16
S17	JL MH TAMRIN	215	PUH 10	0.9	1.7	1.71	0.82
S17	JL MH TAMRIN	0	PUH 10	0.8	1.6	1.22	1.56
S16 A	JL B KATAMSO	432	PUH 10	0	1.5	1.39	0.97
S16 A	JL B KATAMSO	0	PUH 10	-0.2	1.3	0.79	1.36
S16	JL B KATAMSO	360	PUH 10	0.2	1.7	1.66	0.86
S16	JL B KATAMSO	0	PUH 10	0	1.5	1.17	1.6
S15	JL IMAM BONJOL	200	PUH 10	0.9	1.7	1.55	0.87
S15	JL IMAM BONJOL	0	PUH 10	0.7	1.5	1.07	1.55
S14	JL M SAHID	226	PUH 10	0.2	1.7	1.3	0.52
S14	JL M SAHID	0	PUH 10	0.65	1.5	1.05	1.43



River	Reach	River Sta	Profile	Min Ch El (m)	Ground (m)	W.S. Elev (m)	Vel Chnl (m/s)
S13	JL M SAHID	226	PUH 10	0.3	1.8	1.93	0.52
S13	JL M SAHID	0	PUH 10	1.04	1.7	1.63	1.43
S12	JL DR SUTOMO B	220	PUH 10	0.7	1.7	1.66	0.9
S12	JL DR SUTOMO B	0	PUH 10	0.6	1.6	1.12	1.67
S11	JL DR SUTOMO	220	PUH 10	0.8	1.8	1.48	0.72
S11	JL DR SUTOMO	0	PUH 10	0.7	1.7	1.04	1.44
S10	JL MANGUNSAR 2 B	415	PUH 10	1.05	1.7	2.03	0.84
S10	JL MANGUNSAR 2 B	0	PUH 10	0.99	1.6	1.63	1.33
S1	JL KH FAUZAN 1	113	PUH 10	0.6	1.7	0.86	0.44
S1	JL KH FAUZAN 1	0	PUH 10	0.5	1.6	0.62	0.93
S	JL KY FAUZAN	50	PUH 10	0.3	1.7	0.61	0.73
S	JL KY FAUZAN	0	PUH 10	0.2	1.6	0.37	1.32

Sumber : Hasil Analisa, 2021

#### 4.3.6.2 Perencanaan Dimensi Baru Dengan EPA SWMM

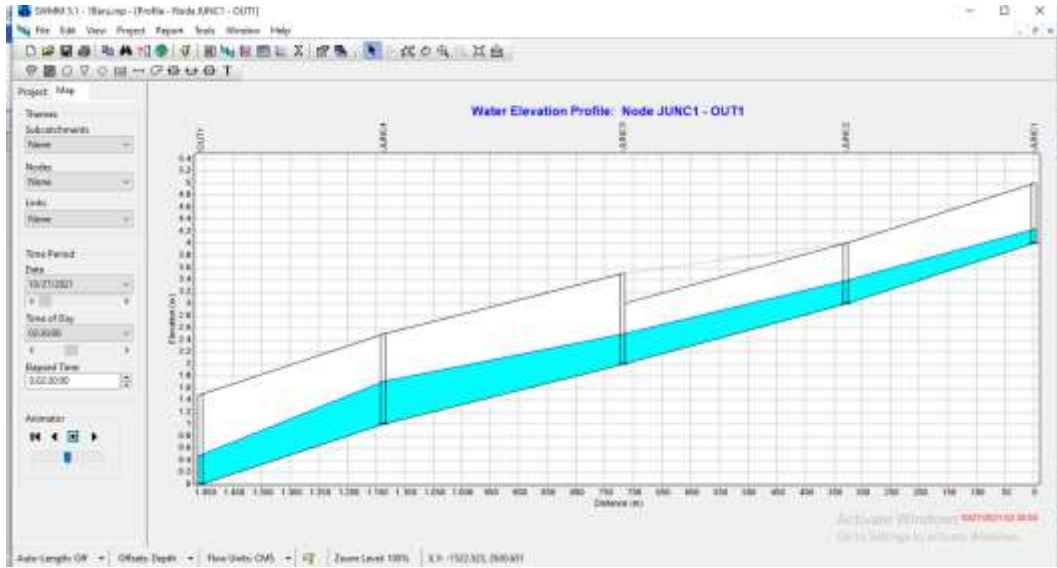
Pada  $Q_{2020}$  terdapat titik – titik banjir pada saluran Pusat Kota Jepara, Terdapatnya titik banjir disebabkan saluran tidak dapat menampung debit banjir. Untuk mengantisipasi banjir dibutuhkan rencanaan tukang dengan cara merubah ukuran serta elevasi saluran dilaksanakan dengan cara *merunning (trial error)* pada *software* EPA SWMM. Berikut adalah dimensi baru hasil *trial* dengan memakai *software* EPA SWMM pada kala ulang 10 Th .

Tabel 4.16 Perencanaan Dimensi Baru Saluran Pusat Kota Jepara

No	Conduit	B (m)	H (m)	Left Slope (m)	Right Slope (m)	A (m)	Panjang Saluran	S	Noted
1	S	2.4	1.4	1.48	1.48	3.37	50	0.02	Trapesium
2	JL KH FAUZAN I	3.5	1.1	1.2	1.2	4.45	113	0.00885	Trapesium
3	JL KH FAUZAN II	3.5	1.1	1.2	1.2	4.45	81	0.012346	Trapesium
4	Jl. Pemuda I	3.5	1.1	3	3	4.5	329	0.00304	Trapesium
5	Jl. Pemuda II	3.5	1	2.5	2.5	4.5	390	0.002564	Trapesium
6	Jl. Pemuda III	3.5	1	2.5	2.5	4.5	418	0.002392	Trapesium
7	Jl. Cokroaminoto	2.2	1	1.57	1.57	3.1	418	0.002392	Trapesium
8	Jl. KH Yasin A	1.65	0.96	1.59	1.59	2.7	338	0.002959	Trapesium
9	Jl. KH Yasin B	0.8	1.5	1.59	1.59	2.7	338	0.002959	Trapesium
10	Jl. Ki Mangunkarso 1 (A)	2.3	1.5	1.59	1.59	2.7	382	0.002618	Trapesium
11	Jl. Ki Mangunkarso 1 (B)	2.5	1.5	1.52	1.52	3	382	0.002618	Trapesium
12	Jl. Ki Mangunkarso 2 (A)	2.7	1.5	1.59	1.59	2.7	415	0.00241	Trapesium
13	Jl. Ki Mangunkarso 2 (B)	1.65	1	1.52	1.52	3	415	0.00241	Trapesium
14	Jl. Dr Sutomo (A)	1	1	1.59	1.59	3	220	0.004545	Trapesium
15	Jl. Dr Sutomo (B)	1.5	1.5	1.59	1.59	3	220	0.004545	Trapesium
16	Jl. HM Sahid (A)	0.8	1.5	-	-	-	226	0.004425	Persegi
17	Jl. HM Sahid (B)	1.2	1	-	-	-	226	0.00885	Persegi
18	Jl. Imam Bonjol	1.2	0.8	-	-	-	200	0.005	Persegi
19	Jl. Brigjen Katamso I	1.2	1.5	-	-	-	360	0.005556	Persegi
20	Jl. Brigjen Katamso II	1.2	1.5	-	-	-	432	0.00463	Persegi
21	Jl. MH Tamrin I	1	0.8	-	-	-	215	0.006977	Persegi
22	Jl. MH Tamrin II	1	0.8	-	-	-	538	0.004647	Persegi
23	Jl. RA Kartini I	1.5	1	-	-	-	310	0.006452	Persegi
24	Jl. RA Kartini II	1	1	-	-	-	342	0.005848	Persegi
25	Jl. Diponegoro (A)	0.7	1	-	-	-	96.8	0.010331	Persegi
26	Jl. Diponegoro (B)	0.7	1.3	-	-	-	96.8	0.010331	Persegi
27	Jl. Wolter Monginsidi	5.8	1.3	-	-	-	237.2	0.004216	Persegi
28	Jl. Chairil Anwar	2.9	1.1	-	-	-	189	0.005291	Persegi
29	Gg. Garuda	2.9	1.2	-	-	-	644	0.001553	Persegi

Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Setelah perubahan dimensi baru kala ulang 10 tahun mendapatkan hasil *running* pada *software* EPA SWMM sebagai berikut :



Gambar 4.37

*Run Simulation* Saluran Dimensi Baru Jl. Pemuda pada *software* EPA SWMM

Pada gambar diatas terlihat bahwa pada saluran Jl. Pemuda mampu mengalirkan debit banjir kala ulang 10 Th sebesar 1.19 m<sup>3</sup>/s. Dimensi baru  $b = 3.5$  m dan  $h = 1.1$  m dengan kemiringan dasar saluran  $s = 0.002654$ .

Tabel 4.17 Rekap Hasil Perencanaan Dimensi Baru dengan *software* EPA SWMM

No	Conduit	Hours Flooded	Maximum rate CMS	Maximum Velocity m/s	Total Flood Volume 10 <sup>6</sup> Lt	Noted
1	S	0	0	1.49	0	Yes
2	JL KH FAUZAN I	0	0	2.51	0	Yes
3	JL KH FAUZAN II	0	0	2.96	0	Yes
4	Jl. Pemuda I	0	0	1.44	0	Yes
5	Jl. Pemuda II	0	0	1.41	0	Yes
6	Jl. Pemuda III	0	0	2.27	0	Yes
7	Jl. Cokroaminoto	0	0	0	0	Yes
8	Jl. KH Yasin A	0	0	1.82	0	Yes
9	Jl. KH Yasin B	0	0	0.96	0	Yes
10	Jl. Ki Mangunkarso 1 (A)	0	0	2.89	0	Yes
11	Jl. Ki Mangunkarso 1 (B)	0	0	1.74	0	Yes
12	Jl. Ki Mangunkarso 2 (A)	0	0	3.52	0	Yes
13	Jl. Ki Mangunkarso 2 (B)	0	0	1.73	0	Yes

Tabel 4.17 Rekap Hasil Perencanaan Dimensi Baru dengan *software* EPA SWMM

No	Conduit	Hours Flooded	Maximum rate CMS	Maximum Velocity m/s	Total Flood Volume 10 <sup>6</sup> Lt	Noted
14	Jl. Dr Sutomo (A)	0	0	4.52	0	Yes
15	Jl. Dr Sutomo (B)	0	0	2.56	0	Yes
16	Jl. HM Sahid (A)	0	0	2.42	0	Yes
17	Jl. HM Sahid (B)	0	0	3.72	0	Yes
18	Jl. Imam Bonjol	0	0	2.43	0	Yes
19	Jl. Brigjen Katamso I	0	0	2.17	0	Yes
20	Jl. Brigjen Katamso II	0	0	2.81	0	Yes
21	Jl. MH Tamrin (hilir)	0	0	2.03	0	Yes
22	Jl. MH Tamrin (hulu)	0	0	3.02	0	Yes
23	Jl. RA Kartini I	0	0	2.13	0	Yes
24	Jl. RA Kartini II	0	0	3.17	0	Yes
25	Jl. Diponegoro (A)	0	0	1.24	0	Yes
26	Jl. Diponegoro (B)	0	0	1.87	0	Yes
27	Jl. Wolter Monginsidi	0	0	0.47	0	Yes
28	Jl. Chairil Anwar	0	0	2.17	0	Yes
29	Gg. Garuda	0	0	0.89	0	Yes

Sumber : Hasil Anlisa, 2021

#### 4.3.6.3 Evaluasi Hasil Analisis Saluran Drainase Menggunakan *software* HEC RAS dan EPA SWMM

##### 1) Kinerja Saluran Drainase

Berdasarkan hasil survey yang sudah dilakukan untuk saluran drainase di Pusat Kota Jepara keadaan fisiknya masih baik dan tidak terkendala sampah. Untuk hasil perhitungan analisis hidraulika dengan menggunakan *software* HEC RAS dan EPA SWMM sebagai berikut :

a) Penilaian kinerja berdasarkan kriteria kapasitas

Tabel 4.18 Rekap Kinerja Saluran Kriteria Kapasitas di Pusat Kota Jepara

No	Conduit	HEC RAS		EPA SWMM		Noted
		Ground (m)	W.S. Elev (m)	Hours Flooded	Maximum rate CMS	
1	S	1.60	0.33	0	0.00	Yes
2	JL KH FAUZAN I	1.70	0.7	0	0.14	Yes
3	JL KH FAUZAN II	1.90	0.99	0	0.16	Yes
4	Jl. Pemuda I	1.45	1.13	0	1.03	Yes
5	Jl. Pemuda II	1.45	1.19	0	1.67	Yes
6	Jl. Pemuda III	1.40	1.53	5.19	0.97	No
7	Jl. Cokroaminoto	1.7	0.5	0	0.91	Yes
8	Jl. KH Yasin A	1.70	0.83	0	0.00	Yes
9	Jl. KH Yasin B	1.50	3.3	0	0.17	Yes
10	Jl. Ki Mangunkarso 1 (A)	1.50	2.86	5.01	0.60	No
11	Jl. Ki Mangunkarso 1 (B)	1.60	1.23	0	1.07	Yes
12	Jl. Ki Mangunkarso 2 (A)	1.65	1.36	4.69	1.52	No
13	Jl. Ki Mangunkarso 2 (B)	1.63	1.79	0	0.62	No
14	Jl. Dr Sutomo (A)	1.70	1.96	4.65	2.21	No
15	Jl. Dr Sutomo (B)	1.80	1.89	5.27	0.99	No
16	Jl. HM Sahid (A)	1.80	1.69	2.93	0.20	No
17	Jl. HM Sahid (B)	1.80	1.73	0	0.39	Yes
18	Jl. Imam Bonjol	1.52	1.9	0	0.79	Yes
19	Jl. Brigjen Katamso I	1.70	2.37	5.1	1.25	No
20	Jl. Brigjen Katamso II	1.70	2.28	4.79	0.69	No
21	Jl. MH Tamrin I	2.20	2.73	5.29	0.91	No
22	Jl. MH Tamrin II	2.20	3.79	4.88	0.74	No
23	Jl. RA Kartini I	1.70	1.89	0	0.56	Yes
24	Jl. RA Kartini II	1.70	1.6	5.12	1.64	No
25	Jl. Diponegoro (A)	1.60	0.89	0	0.07	Yes
26	Jl. Diponegoro (B)	2.80	1.9	0	0.04	Yes
27	Jl. Wolter Monginsidi	1.70	0.49	0	0.14	Yes
28	Jl. Chairil Anwar	1.60	0.64	0	1.14	Yes
29	Gg. Garuda	2.10	0.95	0	0.72	Yes
30	Gg. Garuda	2.10	0.9	0	1.16	Yes

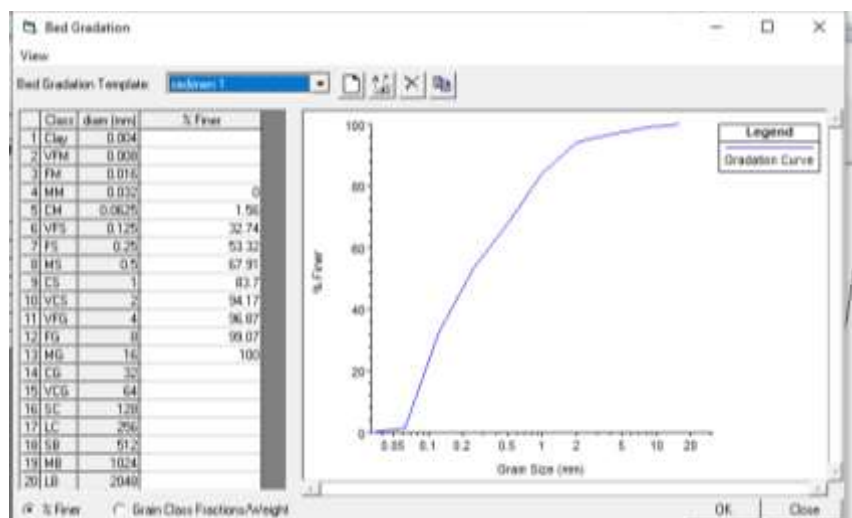
Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Evaluasi kinerja sistem drainase dilaksanakan dengan mengkomper debit yang masuk serta kapasitas saluran. Dalam analisis hidrologi debit banjir rencana yang digunakan pada tahun 2020. Analisis hidraulika dengan menggunakan *software*

HEC RAS dan EPA SWMM. Dari analisis serta pembahasan didapati hasil bahwa kapasitas saluran drainase tidak memenuhi terhadap debit banjir rencana tahun 2020, dengan semakin bertambahnya kala ulang maka kapasitas saluran semakin tidak memenuhi. Untuk saluran drainase yang tidak terjadi banjir 18 titik dan yang aman adalah 12 titik maka diperoleh prosentase dari total seluruh saluran kinerja berdasarkan kapasitas saluran adalah sebesar 60% termasuk kategori cukup berdasarkan tabel 4.21 tentang Penilaian fisik komponen sistem jaringan drainase.

b) Penilaian Kinerja Berdasarkan Sedimentasi

Untuk analisis sedimentasi menggunakan *software* HEC RAS karena *software* EPA SWMM tidak ada menu untuk menganalisis sedimentasi, dalam menganalisis sedimentasi diperlukan material endapan yang ada pada saluran kemudian dianalisis gradasi untuk tahapan analisis sedimentasi sebagai berikut:

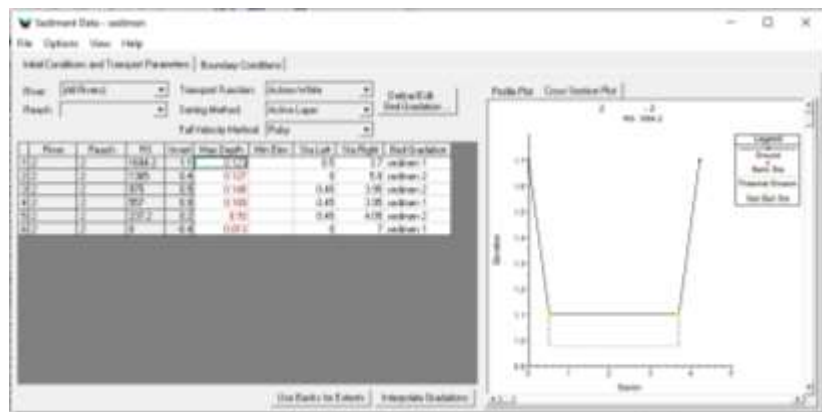


Sumber: Analisis, 2021

Gambar 4.38 Contoh Input Gradasi Sedimentasi pada Jl. Pemuda

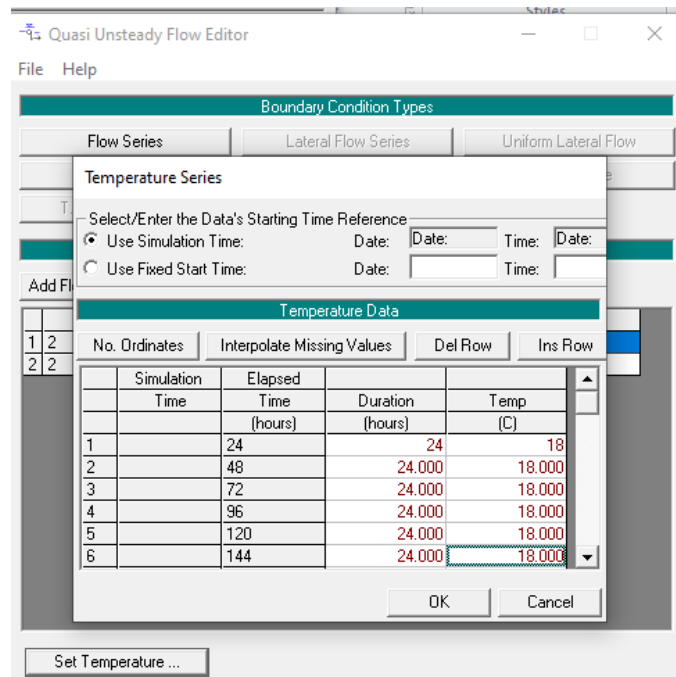
Pada tahap input gradasi sedimentasi dengan memasukkan jumlah gradasi yang lolos saringan yang telah diuji menggunakan alat *sieve shaker* pada material endapan yang diperoleh dari survey di lapangan. Pada gambar 3.8 merupakan contoh gradasi material endapan di Jl. Pemuda

dengan klasifikasi ukuran partikel *medium Gravel* karena *grain diameter range 8-16 mm* (Fay, 1967).



Sumber: Analisis, 2021

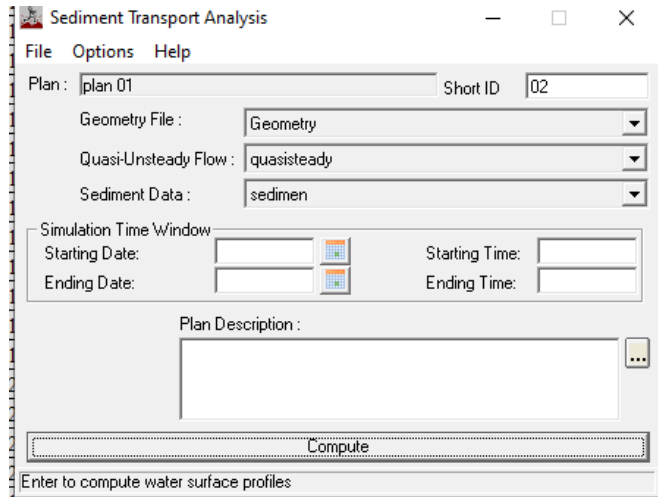
Gambar 4.39 Input kedalaman Sedimentasi di Jl. Pemuda Pada 4.39 merupakan contoh input *sorting methode* pada penelitian ini digunakan *active layer* karena hanya ada 1 lapisan yang disimulasikan, untuk *fall velocity methode* menggunakan *ruby* karena merupakan metode *defaults* pada program HEC RAS. *Bed Gradation* diinput data material gradasi sedimen yang telah di input sesuai diameter butir material pada gambar 4.30.



Sumber: Analisis, 2021

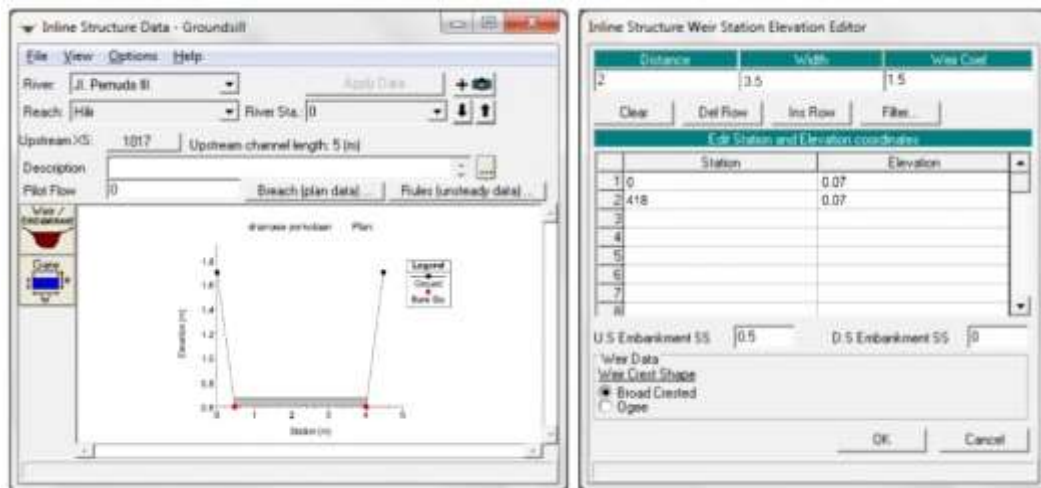
Gambar 4.30 Input suhu air

Pada gambar 4.30 merupakan input suhu air pada saluran contoh pada saluran di Jl. Pemuda suhu air sebesar 18 derajat celsius dengan durasi waktu selama 24 jam.



Sumber: Analisis, 2021

Gambar 4.31 running sedimentasi



Sumber: Analisis, 2021

Gambar 4.32 View Cross Section

Pada gambar 4.32 dapat di representasikan tampak melintang saluran terjadi sedimentasi setinggi 0.148 m atau 14.8 cm pada Jl. Pemuda 3. Untuk tabel rekap hasil sedimentasi dapat terlihat pada tabel 4.19 :



Tabel 4.19 Hasil *Running* Sedimentasi

River	Ct kg/m <sup>3</sup>	Cross-sectional area m <sup>2</sup>	Distance M	weight Ton	volume m <sup>3</sup>	height m
S	3.57	4.04	50	0.72	0.72	0.34
JL KH FAUZAN I	2.56	4.30	113	1.24	1.24	0.59
JL KH FAUZAN II	2.36	4.37	81	0.84	0.84	0.40
Jl. Pemuda I	15.52	3.85	329	19.66	19.66	9.36
Jl. Pemuda II	12.51	4.00	390	19.52	19.52	9.29
Jl. Pemuda III	10.16	4.00	418	16.99	16.99	8.09
Jl. Cokroaminoto	20.31	3.35	320	21.77	21.77	10.37
Jl. KH Yasin A	2.56	2.08	338	1.80	1.80	0.86
Jl. KH Yasin B	0.56	0.27	338	0.05	0.05	0.02
Jl. Ki Mangunkarso 1 (A)	12.56	2.47	382	11.86	11.86	5.65
Jl. Ki Mangunkarso 1 (B)	11.56	1.90	382	8.39	8.39	4.00
Jl. Ki Mangunkarso 2 (A)	10.52	1.90	415	8.30	8.30	3.95
Jl. Ki Mangunkarso 2 (B)	10.46	1.71	415	7.42	7.42	3.53
Jl. Dr Sutomo (A)	1.26	0.43	220	0.12	0.12	0.06
Jl. Dr Sutomo (B)	1.16	0.32	220	0.08	0.08	0.04
Jl. HM Sahid (A)	0.56	0.30	226	0.04	0.04	0.02
Jl. HM Sahid (B)	0.52	0.32	226	0.04	0.04	0.02
Jl. Imam Bonjol	1.46	0.26	200	0.08	0.08	0.04
Jl. Brigjen Katamso I	0.36	0.43	360	0.06	0.06	0.03
Jl. Brigjen Katamso II	0.25	0.47	432	0.05	0.05	0.02
Jl. MH Tamrin I	0.56	0.39	215	0.05	0.05	0.02
Jl. MH Tamrin II	1.16	0.42	538	0.26	0.26	0.12
Jl. RA Kartini I	17.53	0.91	310	4.95	4.95	2.35
Jl. RA Kartini II	18.26	0.48	342	3.00	3.00	1.43
Jl. Diponegoro (A)	2.51	0.40	96.8	0.10	0.10	0.05
Jl. Diponegoro (B)	1.26	0.50	96.8	0.06	0.06	0.03
Jl. Wolter Monginsidi	2.51	11.47	237.2	6.83	6.83	3.25
Jl. Chairil Anwar	1.36	3.19	189	0.82	0.82	0.39
Gg. Garuda B	1.62	1.69	235	0.64	0.64	0.31
Gg. Garuda A	1.46	3.77	409	2.25	2.25	1.07

Sumber: Analisis, 2021

Dari tabel 4.19 bisa di representasikan bahwa saluran yang terjadi sedimentasi paling tinggi berada pada saluran Jl. Hos Cokroaminoto volume 10.37 m<sup>3</sup> dengan tinggi rata – rata sedimentasi 12.14 cm , Jl. Pemuda volume sedimen rata – rata sebesar 8.91 m<sup>3</sup> dengan tinggi sedimen rata-rata 8.37 cm, Jl.

Mangunsarkoro volume sedimen rata-rata 4.28 m<sup>3</sup> dengan tinggi rata – rata 8.20 cm , dan Jl. RA. Kartini volume sedimen rata-rata 1.89 m<sup>3</sup> dengan tinggi 8.22 cm.

Tabel 4.20 Klasifikasi tingkat sedimentasi

No	Sedimentasi (ton/th)	Kelas	Skor
1	>2	Baik	1
2	2-5	Sedang	3
3	>5	Jelek	5

Sumber:(KLHK, 2019)

Dari tabel 4.19 yang mengacu pada tabel 4.20 tentang klasifikasi tingkat sedimentasi dapat disimpulkan bahwa saluran dengan kategori kelas jelek terdapat pada saluran pada Jl Jl. Hos Cokroaminoto dengan tingkat sedimentasi 25.17 ton/th, Jl. Pemuda rata – rata tingkat sedimentasi 18.72 ton/th, Jl. Mangunsarkoro 8.99 ton/m, dan Jl. RA. Kartini 3.97 ton/m. Maka pada saluran ini harus dilakukan normalisasi secara berkala sehingga tidak berdampak pada kapasitas saluran. Berikut adalah penilaian kinerja saluran drainase berdasarkan hasil survey dilapangan dan hasil analisa hidrologi dan hidraulika :

c) Penilaian kinerja dalam kategori fisik



Gambar 4.33 Kondisi Saluran di Jl. Brigjen Katamso



Gambar 4.34 Kondisi Saluran Jl. RA. Kartini



Gambar 4.35 Kondisi Saluran di Jl. Mangunsarkoro



Gambar 4.36 Kondisi Saluran di Jl. Pemuda

Dapat terlihat digambar 4.33 sampai 4.36 bahwa saluran drainase yang ada diperkotaan kondisi fisiknya masih baik tidak ada yang terjadi kerusakan pada profil saluran dari 30 saluran semua kondisi fisiknya masih baik maka dinyatakan pada tabel 4.21 tentang penilaian fisik komponen sistem jaringan drainase kriteria kerusakan sebesar 100% dalam kondisi baik.

Tabel 4.21 Penilaian fisik komponen sistem jaringan drainase

No	Kriteria	Kondisi		
		Baik	Cukup	Rusak
1	Kapasitas	Memenuhi kapasitas pembebanan sesuai dengan perencanaan dan mempunyai tinggi jagaan yang cukup untuk mencegah air melimpah. Kondisi rata-rata 80-100 %	Memenuhi kapasitas pembebanan sesuai dengan perencanaan dan mempunyai tinggi jagaan yang sesuai dengan muka air maksimum. Kondisi rata-rata diatas 50-79%	Tidak memenuhi kapasitas pembebanan sesuai dengan perencanaan. Kondisi rata-rata diatas 0-49%

Tabel 4.21 Lanjutan Tabel

No	Kriteria	Kondisi		
		Baik	Cukup	Rusak
2	Sedimen	Tidak ada pengendapan berpengaruh terhadap kapasitas rencana saluran kondisi rata – rata 80-100 %	ada endapan yang berpengaruh terhadap kapasitas rencana saluran < 30% . kondisi rata – rata diatas 0-79%	Ada endapan yang berpengaruh terhadap kapasitas rencana saluran (>30%) 0-49%
3	Kerusakan	Profil saluran keadaannya masih baik /tidak ada kerusakan kondisi rata – rata 80-100 %	Profil saluran keadaannya ada kerusakan (<30%) kondisi rata-rata diatas 50-79%	Profil saluran keadaannya ada kerusakan (>30%) kondisi rata – rata diatas 0-49%

Sumber : EPMP Dit. Bina Program, Ditjen air, 2005

Tabel 4.22 Indikator penilaian Kinerja Saluran drainase

No	Kriteria	Jumlah Saluran		Nilai %	Keterangan
		Baik	Tidak		
1	Kapasitas Saluran	18	12	60	Cukup
2	Kerusakan Saluran	29	0	100.00	Baik
3	Sedimentasi	24	4	86.78	Baik
Total		71	16	81.61	Baik

Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Dari tabel 4.20 bisa diketahui bahwa kinerja saluran drainase di Pusat Kota Jepara, Jepara untuk kriteria kapasitas saluran dengan prosentase bobot nilai sebesar 60 % (cukup), kerusakan saluran 100% (baik), dan sedimentasi 86.78% (baik). Untuk keseluruhan dari indikator penilaian termasuk dalam kategori cukup dengan bobot penilaian sebesar 81.61 %. Dari bobot penilaian kriteria kinerja dari indikator kapasitas saluran, kerusakan saluran, dan sedimentasi dinyatakan bahwa kapasitas saluran merupakan faktor paling utama penyebab terjadinya banjir , maka dari itu harus ada Rencana ulang yang dilaksanakan dengan merubah elevasi serta dimensi yang mengalami banjir.

Untuk perencanaan ulang dengan menggunakan *software* HEC RAS dilakukan dengan cara mengubah dimensi saluran dengan

mengganti koordinat sesuai dengan ukuran dimensi dan elevasi yang direncanakan hingga saluran tidak terjadi luapan. Pada EPA SWMM perencanaan ulang dilakukan dengan mengubah secara langsung ukuran dimensi yang direncanakan dengan memilih bentuk penampang saluran secara langsung yang sudah disediakan pada *software*. Untuk hasil perbedaan perencanaan menggunakan *software* HEC RAS dan EPA SWMM dijelaskan detail di tabel 4.21. Berikut pada gambar 4.37 adalah skema saluran drainase dan kejadian yang terjadi dilapangan serta penandaan titik saluran pada ruas jalan yang perlu direncanakan ulang atau tidak :



1) Perbedaan Hasil Kapasitas Saluran dengan *software* EPA SWMM dan HEC RAS

Pada kedua *software* tidak menunjukkan kapasitas saluran drainase atau debit saluran dalam skala angka, kedua *software* tersebut menggambarkan dalam bentuk simulasi pada setiap titik saluran. Untuk *software* HEC RAS bisa terlihat ditabel 4.19 saluran dinyatakan aman pada saat W.S. Elev dibawah Ground. Untuk *software* bisa terdilihat pada tabel 4.19 tidak terjadi banjir pada saat Hours Flooded nilainya “0”. pada *software* HEC RAS dalam menunjukkan simulasi kapasitas saluran disimulasikan dalam *view cross section* (tampak melintang saluran), *view profiles* (profil saluran sepanjang alur), *view 3d multiple cross section plot* (simulasi 3D saluran ). Pada *software* EPA SWMM dalam menunjukkan kapasitas saluran disimulasikan dalam *view profiles* (profil saluran sepanjang alur). Pada *software* HEC RAS dan EPA SWMM menghasilkan hasil yang sama yaitu terdapat saluran yang kapasitas saluran drainase lebih kecil dibanding dengan debit banjir rencana 12 titik dan 18 titik yang mampu menampung debit banjir .

2) Perencanaan Dimensi Baru Saluran Drainase

Pada perencanaan dimensi saluran baru 10 tahun dengan *software* HEC RAS dan EPA SWMM terdapat beberapa titik saluran yang rencana dimensi salurannya tidak sama pada saluran Jl. KH Yasin (B), Jl. Mangunsarkoro1(B), Jl. Mangunsarkoro2(B), Jl. Dr. Sutomo untuk detail perbedaannya terdapat pada tabel 4.21 :

Tabel 4.23 Perbedaan Perencanaan Dimensi Baru *software* HEC RAS dengan EPA SWMM

HEC RAS 4.1.0								EPA SWMM						
No	Conduit	B (m)	H (m)	Left Slope (m)	Right Slope (m)	S	Noted	No	B (m)	H (m)	Left Slope (m)	Right Slope (m)	S	Noted
1	Jl. KH Yasin (B)	0.8	1	1.59	1.59	0.00304	Trapesium	1	0.8	1.5	1.59	1.59	0.00304	Trapesium
2	Jl. Mangunsarkoro1(B)	1.82	1.5	1.52	1.52	0.002564	Trapesium	2	2.5	1.5	1.52	1.52	0.002564	Trapesium
3	Jl. Mangunsarkoro2(B)	1.65	0.65	1.52	1.52	0.002392	Trapesium	3	1.65	1	1.52	1.52	0.002392	Trapesium
4	Jl. Dr. Sutomo (B)	1.0	1.0	-	-	0.004425	Persegi	4	1.5	1.5	-	-	0.004425	Persegi

Sumber : Hasil Anlisa, 2021

Dari tabel 4.23 dapat dilihat perbedaan dimensi saluran, pada salah satu drainase yaitu Jl Dr. Sutomo pada *software* EPA SWMM dengan dimensi  $b = 1.5$  m,  $h = 1.5$  m bentuk persegi tidak mampu menampung sampai kala ulang 10 Th, sedangkan pada *software* HEC RAS mampu menampung debit banjir. Sehingga pada *software* HEC RAS saluran Jl Dr. Sutomo direncanakan dengan  $b = 1$  m,  $h = 1$  m. Perbedaan hasil perencanaan tersebut dipengaruhi oleh faktor input dari kedua *software*, karena pada *software* HEC RAS dan EPA SWMM dalam input data terdapat perbedaan, berikut adalah perbedaan *input* dan *output* :



(1) Perbedaan *software*

Pada *software* HEC RAS dan EPA SWMM pada input dan output terdapat perbedaan, dari perbedaan tersebut terdapat kekurangan serta kelebihan. Untuk kekurangan serta kelebihan setiap *software* sebagai berikut :

- a) Dalam input data hidrologi lebih mudah menggunakan menggunakan EPA SWMM karena pada *software* EPA SWMM langsung menginput intensitas hujan/jam, pada *software* HEC RAS untuk input data hidrologi harus menghitung manual debit banjir.
- b) Dalam input data hidraulika khususnya pada data dimensi saluran lebih mudah menggunakan menggunakan EPA SWMM karena pada *software* EPA SWMM langsung menginput dimensi saluran, pada *software* HEC RAS untuk input data hidraulika harus membuat koordinat saluran yang menunjukkan tinggi dan lebar saluran.
- c) Pada *view* dan *output table* untuk *icon* nya lebih lengkap disajikan di *software* HEC RAS karena di *software* HEC RAS hasil simulasinya terdapat *view cross section, view profiles, view general profile plot, view 3D multiple cross section plot*. pada *software* EPA SWMM hasil simulasinya terdapat *view profiles* dan *flood graph*.
- d) Untuk *output table* hasil HEC RAS untuk menunjukkan kapasitas saluran memenuhi atau tidak ditunjukkan dengan hasil elevasi *ground* dan *W.S. Elev*, terjadi banjir pada saat elevasi *W.S. Elev* lebih tinggi dari pada *ground*. Untuk EPA SWMM *output* nya adalah *node flooding* ditunjukkan pada tabel *Hours Flooded* pada jam ke berapa terjadi banjir dan dengan *Maximum rate*. Ketika pada tabel menghasilkan *Hours Flooded* maka saluran tidak mengalami limpasan.

- 3) Untuk kesesuaian penggunaan *software* terhadap kondisi daerah dan objek yang diteliti. Untuk *software* HEC RAS pada umumnya digunakan untuk simulasi aliran di sungai dengan kondisi elevasi daerah curam. Untuk EPA SWMM pada umumnya digunakan untuk simulasi drainase perkotaan dengan elevasi daerah yang tidak curam.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasar pada analisa hidrologi bahwa distribusi yang dipilih adalah Distribusi Gumbel Tipe I dan Distribusi Log Pearson Tipe III. Pada uji kecocokan disimpulkan bahwa metode distribusi Log Pearson Tipe III memenuhi persyaratan karena nilai  $D_{max}$  -0.0202 kurang dari  $D_0$  0.41. Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah :

4. Berdasarkan analisis *software* HEC RAS dan EPA SWMM didapati titik-titik banjir yang tersebar pada Pusat Kota Jepara. Titik banjir tersebut berada pada kala ulang 1,2,5, serta 10 Th. Pada setiap kala ulang titik banjir mengalami pertambahan, dimana pada kala ulang 1Th ada 12 titik yang mengalami banjir dan 18 titik yang mampu menampung debit banjir . Titik banjir tersebar pada saluran di ruas jalan Jl. Pemuda 3, Jl. Ki Mangunsarkoro 1(A), Jl. Ki Mangunsarkor 2(A) dan B, Jl. Dr. Sutomo A dan B, Jl. HM. Sahid A dan B, Jl. Brigjenkatamso 1 dan 2, Jl. RA. Kartini 2. Dari survey dan analisis menggunakan *software* HEC RAS dan EPA SWMM diketahui bahwa penyebab terjadinya banjir pada Pusat Kota Jepara berdasarkan bobot penilaian kinerja saluran drainase bahwa faktor utama penyebab banjir adalah kapasitas saluran dengan nilai bobot sebesar 60 % (cukup).
5. Berdasarkan hasil analisa hidraulika, menggunakan *software* HEC RAS dan EPA SWMM, diketahui bahwa kapasitas saluran drainase Pusat Kota Jepara lebih kecil dari debit banjir rencana. Pada kedua *software* tidak menunjukkan kapasitas saluran drainase dalam skala angka, kedua *software* tersebut menggambarkan dalam bentuk simulasi pada setiap titik saluran pada *software* HEC RAS dalam menunjukkan kapasitas saluran disimulasikan dalam *view cross section* (tampak melintang saluran), *view profiles* (profil saluran sepanjang alur), *view 3d multiple cross section plot* (simulasi 3D saluran ). Pada *software* EPA SWMM dalam menunjukkan kapasitas saluran disimulasikan dalam *view profiles* (profil saluran

sepanjang alur). Pada *software* HEC RAS dan EPA SWMM menghasilkan hasil yang sama yaitu terdapat saluran yang kapasitas saluran drainase lebih kecil dibanding debit banjir rencana 12 titik dan 18 titik yang mampu menampung debit banjir .

6. Berdasarkan hasil analisa hidraulika, menggunakan *software* HEC RAS dan EPA SWMM terdapat perbedaan hasil *running*, untuk hasil dari *running* tidak dapat dibandingkan karena dari kedua *software* tersebut menghasilkan tabel dengan *output* yang berbeda, pada *software* HEC RAS *output* yang dihasilkan *E.G. Elev* (garis energi) , *Crit W.S* (kondisi aliran kritis) , *W.S Elev* (muka air), *Vel Channel* (kecepatan aliran). pada *software* EPA SWMM *output* yang dihasilkan *Hours flooded* (waktu banjir) , *maximum rate* (debit maksimum) , *maximum velocity* (kecepatan maksimum) , *total flood volume* (volume banjir).
7. Berdasarkan analisis hidrologi dan hidraulika, pada drainase Pusat Kota Jepara harus dilakukan perencanaan ulang karena terdapat titik – titik banjir. Untuk Mengantisipasi banjir dibutuhkan rencana ulang drainase untuk mewujudkan keamanan dan kenyamanan bagi warga sekitar. Rencana ulang dilaksanakan dengan merubah elevasi serta dimensi yang mengalami banjir di kala ulang 10 tahun. Pada perencanaan dimensi saluran baru dengan *software* HEC RAS dan EPA SWMM terdapat beberapa titik saluran yang rencana dimensinya tidak sama yaitu pada Jl. KH Yasin (B), Jl. Mangunsarkoro1(B), Jl. Mangunsarkoro2(B), Jl. Dr. Sutomo o. Pada *software* EPA SWMM dimensinya lebih besar dibandingkan HEC RAS, jadi ketika di rencanakan pada *software* EPA SWMM tidak memenuhi tetapi pada HEC RAS sudah memenuhi kemudian dimensi direncanakan lebih besar.

## **5.2 Saran**

3. Perlu diadakan perencanaan ulang serta perbaikan sistem drainase yang telah ada karena sebagian besar drainase di Pusat Kota Jepara sudah tidak bisa mengalirkan debit banjir yang berasal dari intensitas hujan yang tinggi pada lokasi tersebut.
4. Harapannya ada partisipasi dari masyarakat untuk menjaga kebersihan disaluran drainase yang telah ada.
5. Normalisasi berkala pada drainase harus dilakukan oleh pemerintahan, agar tidak menyebabkan terdapat genangan air di berbagai titik di wilayah lokasi tinjauan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Auzan, F. (2014) 'Evaluasi Genangan Dan Banjir Jalan Moch. Serudji Dan Jalan Pb. Sudirman Kabupaten Jember', *Repository.Unej.Ac.Id*, pp. 1–5. Available at: <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/68901>.
- Fairizi, D. (2015) 'Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di SubDAS Lambidaro ', Palembang, 3(1).
- Fay, D. L. (1967) '濟無No Title No Title No Title', *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., pp. 1–20.
- HALIUC, A. and FRANTIUC, A. (2012) 'A study case of Baranca drainage basin flash-floods using the hydrological model of Hec-Ras', *Scientific Annals of Stefan cel Mare University of Suceava. Geography Series*, 21(1), p. 118. doi: 10.4316/georeview.2012.21.1.61.
- KLHK (2019) 'PERMEN-LHK RI Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/10/2019 Tentang Penanaman Dalam Rangka Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai', *Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI*, p. 39.
- Lutfhi, K. and Roh, W. B. S. (2018) 'Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Bogor , Jawa Barat', *Ftp, Itb*, 03(03), pp. 133–148.
- Marchianti, A., Nurus Sakinah, E. and Diniyah, N. et al. (2017) *Digital Repository Universitas Jember Digital Repository Universitas Jember, Efektifitas Penyuluhan Gizi pada Kelompok 1000 HPK dalam Meningkatkan Pengetahuan dan Sikap Kesadaran Gizi*.
- Mustofa, M. J., Kusumastuti, D. I. and Romdania, Y. (2015) 'Analisis Hidrologi dan Hidrolika pada Saluran Drainase Ramanuju Hilir Kotabumi (Menggunakan Program HEC-RAS)', *Journal.Eng.Unila.Ac.Id*, 3(2), pp. 303–312. Available at: <http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jrsdd/article/download/461/pdf>.
- Pendidikan, P. et al. (2017) 'Modul hidrologi dan hidrolika sungai pelatihan pengendalian banjir 2017'.

Rangari, V. A. *et al.* (2018) ‘Simulation of Urban Drainage System Using a Storm Water Management Model ( SWMM )’, *Asian Journal of Engineering and Applied Technology*, 7(S1), pp. 7–10.

Rizaldi, B. *et al.* (2019) ‘Design of drainage system on industrial area Kampung Cina, Dobo City, Aru Islands Regency, based on Eco drainage using with HEC-RAS 4.0’, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 669(1), pp. 0–7. doi: 10.1088/1757-899X/669/1/012038.

Shustikova, I. *et al.* (2019) ‘Comparing 2D capabilities of HEC-RAS and LISFLOOD-FP on complex topography’, *Hydrological Sciences Journal*. Taylor & Francis, 64(14), pp. 1769–1782. doi: 10.1080/02626667.2019.1671982.

Wardhana, P. N. (2015) ‘Analisis Transpor Sedimen sungai Opak dengan Menggunakan Program HEC-RAS 4.1.0’, *Jurnal Teknisia*, XX(1), pp. 22–31.

Wigati, R. (2020) ‘Model Analisis Efektivitas Saluran Drainase Menggunakan Software Hec-Ras’, *Researchgate.Net*, (October 2017). Available at: [https://www.researchgate.net/profile/Restu\\_Wigati/publication/343097717\\_MODEL\\_ANALISIS\\_EFEKTIVITAS\\_SALURAN\\_DRAINASE\\_MENGGUNAKAN\\_SOFTWARE\\_HEC-RAS/links/5f1688664585151299ad59c6/MODEL-ANALISIS-EFEKTIVITAS-SALURAN-DRAINASE-MENGGUNAKAN-SOFTWARE-HEC-RAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Restu_Wigati/publication/343097717_MODEL_ANALISIS_EFEKTIVITAS_SALURAN_DRAINASE_MENGGUNAKAN_SOFTWARE_HEC-RAS/links/5f1688664585151299ad59c6/MODEL-ANALISIS-EFEKTIVITAS-SALURAN-DRAINASE-MENGGUNAKAN-SOFTWARE-HEC-RAS.pdf).

Wigati, R., Soedarsono and Mutia, T. (2016) ‘Analisis Banjir Menggunakan Software HEC-RAS 4.1 (Studi Kasus Sub-DAS Ciberang HM 0+00 - HM 34+00)’, *Jurnal Fondasi*, 5(2), pp. 51–61.

Zulhaqi, E. (2013) ‘Evaluasi sitem drainase jalan darmawangsa kecamatan rambipuji kabupaten jember’, 1.

Auzan, F. (2014) ‘Evaluasi Genangan Dan Banjir Jalan Moch. Serudji Dan Jalan Pb. Sudirman Kabupaten Jember’, *Repository.Unej.Ac.Id*, pp. 1–5. Available at: <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/68901>.

Fairizi, D. (2015) ‘PALEMBANG’, 3(1).

Fay, D. L. (1967) ‘濟無No Title No Title No Title’, *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., pp. 1–20.

HALIUC, A. and FRANTIUC, A. (2012) ‘A study case of Baranca drainage basin flash-floods using the hydrological model of Hec-Ras’, *Scientific Annals of Stefan cel Mare University of Suceava. Geography Series*, 21(1), p. 118. doi: 10.4316/georeview.2012.21.1.61.

KLHK (2019) ‘PERMEN-LHK RI Nomor P.59/Menlhk/Setjen/Kum.1/10/2019 Tentang Penanaman Dalam Rangka Rehabilitasi Daerah Aliran Sungai’, *Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI*, p. 39.

Lutfhi, K. and Roh, W. B. S. (2018) ‘Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Bogor , Jawa Barat’, *Ftp, Itb*, 03(03), pp. 133–148.

Marchianti, A., Nurus Sakinah, E. and Diniyah, N. et al. (2017) *Digital Repository Universitas Jember Digital Repository Universitas Jember, Efektifitas Penyuluhan Gizi pada Kelompok 1000 HPK dalam Meningkatkan Pengetahuan dan Sikap Kesadaran Gizi*.

Mustofa, M. J., Kusumastuti, D. I. and Romdania, Y. (2015) ‘Analisis Hidrologi dan Hidrolika pada Saluran Drainase Ramanuju Hilir Kotabumi (Menggunakan Program HEC-RAS)’, *Journal.Eng.Unila.Ac.Id*, 3(2), pp. 303–312. Available at: <http://journal.eng.unila.ac.id/index.php/jrsdd/article/download/461/pdf>.

Pendidikan, P. et al. (2017) ‘Modul hidrologi dan hidrolika sungai pelatihan pengendalian banjir 2017’.

Rangari, V. A. et al. (2018) ‘Simulation of Urban Drainage System Using a Storm Water Management Model ( SWMM )’, *Asian Journal of Engineering and Applied Technology*, 7(S1), pp. 7–10.

Rizaldi, B. et al. (2019) ‘Design of drainage system on industrial area Kampung Cina, Dobo City, Aru Islands Regency, based on Eco drainage using with HEC-RAS 4.0’, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 669(1), pp. 0–7. doi: 10.1088/1757-899X/669/1/012038.



Shustikova, I. *et al.* (2019) 'Comparing 2D capabilities of HEC-RAS and LISFLOOD-FP on complex topography', *Hydrological Sciences Journal*. Taylor & Francis, 64(14), pp. 1769–1782. doi: 10.1080/02626667.2019.1671982.

Wardhana, P. N. (2015) 'Analisis Transpor Sedimen sungai Opak dengan Menggunakan Program HEC-RAS 4.1.0', *Jurnal Teknisia*, XX(1), pp. 22–31.

Wigati, R. (2020) 'Model Analisis Efektivitas Saluran Drainase Menggunakan Software Hec-Ras', *Researchgate.Net*, (October 2017). Available at: [https://www.researchgate.net/profile/Restu\\_Wigati/publication/343097717\\_MODEL\\_ANALISIS\\_EFEKTIVITAS\\_SALURAN\\_DRAINASE\\_MENGGUNAKAN\\_SOFTWARE\\_HEC-RAS/links/5f1688664585151299ad59c6/MODEL-ANALISIS-EFEKTIVITAS-SALURAN-DRAINASE-MENGGUNAKAN-SOFTWARE-HEC-RAS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Restu_Wigati/publication/343097717_MODEL_ANALISIS_EFEKTIVITAS_SALURAN_DRAINASE_MENGGUNAKAN_SOFTWARE_HEC-RAS/links/5f1688664585151299ad59c6/MODEL-ANALISIS-EFEKTIVITAS-SALURAN-DRAINASE-MENGGUNAKAN-SOFTWARE-HEC-RAS.pdf).

Wigati, R., Soedarsono and Mutia, T. (2016) 'Analisis Banjir Menggunakan Software HEC-RAS 4.1 (Studi Kasus Sub-DAS Ciberang HM 0+00 - HM 34+00)', *Jurnal Fondasi*, 5(2), pp. 51–61.

Zulhaqi, E. (2013) 'Evaluasi sitem drainase jalan darmawangsa kecamatan rambipuji kabupaten jember', 1.