

TUGAS AKHIR
EVALUASI SALURAN DRAINASE PERUMAHAN
MAWAR ASRI KELURAHAN BAGAN PETE
KOTA JAMBI



Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kurikulum
Program S-1 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Batanghari

Disusun Oleh :

AGUNG ZALYNDO

NPM 1600822201127

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

EVALUASI SALURAN DRAINASE PERUMAHAN MAWAR ASRI KELURAHAN BAGAN PETE KOTA JAMBI



Disusun Oleh :

AGUNG ZALYNDO

1600822201127

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari menyatakan Tugas Akhir dengan judul dan penyusunan sebagaimana diatas telah disetujui sesuai prosedur, ketentuan dan kelaziman yang berlaku dan dapat diajukan dalam Sidang Tugas Akhir Program Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Jambi, Maret 2022

Pembimbing I

Pembimbing II



(Ir. H. AZWARMAN, MT)



(SUSIANA, ST, MT)

HALAMAN PENGESAHAN
EVALUASI SALURAN DRAINASE PERUMAHAN
MAWAR ASRI KELURAHAN BAGAN PETE
KOTA JAMBI

Tugas Akhir ini telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Tugas Akhir dan Komprehensif dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil Universitas Batanghari.

Nama : AGUNG ZALYNDO




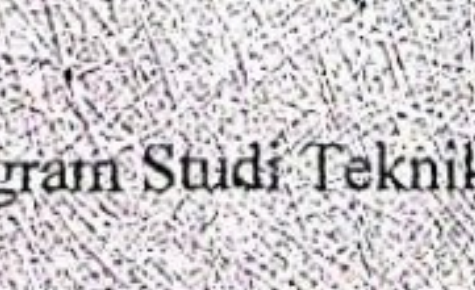

Npm : 1600822201127

Hari/Tanggal : Jum'at / 18 Februari 2022

Jam : 10:00 WIB s/d selesai

Tempat : Ruang Fakultas Teknik 07 Universitas Batanghari Jambi

PANITIA PENGUJI

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	Dr. Ir. H. Amsori M.Das. M.Eng	
Sekretaris	Susiana. ST, MT	
Penguji I	Ir. H. Azwarman, MT	
Penguji II	Wari Dony, ST, MT	
Penguji III	Emelda Raudhati, ST, MT	

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik Sipil

Ketua Program Studi Teknik Sipil


r. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, M.E)


(ELVIRA HANDAYANI, S.T, M.T)

MOTTO

Hidup yang tidak terpuji adalah hidup yang tidak layak untuk dihidupi.

Tanda manusia masih hidup adalah ketika ia mengalami ujian, kegagalan dan penderitaan.

-Socrates-

Orang yang paling pemaaf adalah ia yang mau memaafkan

Meski bisa membalas dendam.

-Imam Husain-

Jangan terlalu ambil hati dengan ucapan seseorang

Kadang manusia punya mulut tapi belum tentu punya pikiran.

-Albert Einstein-

Atasilah suatu kesulitan anda,

maka anda akan terhidar dari ribuan kesulitan yang lain.

-Pribahasa Cina-

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr.wb.

Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Evaluasi Saluran Drainase Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete Kota Jambi”**. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kurikulum pada jenjang strata 1 (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Tugas Akhir ini terselesaikan tidak lepas dari dorongan dan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak, baik moril maupun materil, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME, Dekan Fakultas Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi.
2. Bapak Drs. G. M. Saragih, M. Si, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi.
3. Bapak Ir. H. Azwarman, MT selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi. dan sebagai Dosen Pembimbing I, yang dengan ikhlas rela meluangkan waktu serta memberikan masukan dan arahan sampai Tugas Akhir ini selesai.
4. Bapak Ir. H. Myson, MT selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi.

5. Ibu Elvira Handayani, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
6. Ibu Susiana, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II, yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
7. Kedua Orang Tua saya tercinta, Bapak Zamhazo dan Ibu Lili Hartati Serta Kakak dan Adik saya yang selalu memberikan motivasi dan menjadi penyemangat utama bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat waktu.
8. Dan kepada teman - teman saya yaitu, Rahmad, Ryan, Fathur, Sunan, Tami, Aji suy, Deni, Team Brotherhood yang telah memberikan semangat untuk saya dan teman-teman angkatan saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Semoga bantuan dan do'a serta bimbingan yang telah diberikan baik secara langsung maupun tidak langsung dapat menjadi amal ibadah yang diterima Allah Subhanahuwataa'ala.

Penulis menyadari, bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna baik segi penyusunan, bahasa, maupun penulisannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang ingin memberikan saran baiknya demi perkembangan positif bagi penulis.

Demikian Tugas Akhir ini penulis susun, semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak dan penulis sendiri. Akhir kata saya ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr.wb

Jambi, Maret 2022

Agung Zalyndo
NPM : 1600822201127

EVALUASI SALURAN DRAINASE PERUMAHAN MAWAR ASRI KELURAHAN BAGAN PETE KOTA JAMBI

ABSTRAK

Banjir merupakan salah satu permasalahan yang banyak terjadi di Indonesia. Di Kota Jambi pada setiap musim hujan sering mengalami banjir di beberapa daerah khususnya di daerah / kawasan Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete Kota Jambi. Dengan demikian Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengevaluasi dan merencanakan saluran drainase yang terdapat di kawasan Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Bete Kota Jambi dengan kala ulang 10 tahun dan Supaya nantinya saluran drainase dapat berfungsi semaksimal mungkin dalam mengurangi banjir yang terjadi di kawasan Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete Kota Jambi tersebut, sehingga terciptalah drainase yang baik dan berkualitas dengan tetap mempertimbangkan faktor keamanan dan kenyamanan bagi masyarakat sekitar. Pada Penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder berupa Curah hujan harian selama 10 tahun dan data dimensi penampang melintang Saluran Drainase Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete. Hasil hitungan hujan rencana dengan kala ulang 10 tahun yaitu $60,793 \text{ mm/jam}$, sedangkan debit rencana dengan metode Rasional didapat nilai debit puncak sebesar $3.718 \text{ m}^3/\text{detik}$ langkah dilanjutkan menggunakan software HEC-RAS 5.0.7 untuk mengetahui kapasitas tampung saluran drainase dengan menggunakan debit rencana. Setelah dianalisis menggunakan software, Saluran Drainase Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete dapat menampung debit aliran yang terjadi.

Kata kunci : *Debit banjir, HEC-RAS*

ABSTRACT

Flood is one of the problems that often occurs in Indonesia. In Jambi City, every rainy season often experiences flooding in several areas, especially in the Mawar Asri housing area, Bagan Pete Village, Jambi City. Thus, this final project aims to evaluate and plan drainage channels in the Mawar Asri Housing area, Bagan Bete Village, Jambi City with a return period of 10 years and so that later the drainage channel can function as much as possible in reducing flooding that occurs in the Mawar Asri Housing area, Bagan Village. Pete City of Jambi, so that good and quality drainage is created while taking into account the safety and comfort factors for the surrounding community. In this study, the data used were secondary data in the form of daily rainfall for 10 years and cross-sectional dimension data of the Mawar Asri Housing Drainage Channel, Bagan Pete Village. The results of the calculation of the planned rain with a return period of 10 years is $60,793 \text{ mm/hour}$, while the planned discharge using the Rational method obtained a peak discharge value of $3,718 \text{ m}^3/\text{seconds}$, the steps are followed by using HEC-RAS 5.0.7 software to determine the capacity of the drainage channel by using plan debit. After being analyzed using software, the Mawar Asri Housing Drainage Channel, Bagan Pete Village, can accommodate the flow discharge that occurs.

Key words : *Flood discharge, HEC-RAS*

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat.....	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Pengertian Drainase Perumahan.....	4

2.2	Sejarah Drainase	5
2.2.1	Drainase Alamiah (<i>Natural Drainage</i>).....	5
2.2.2	Drainase Buatan (<i>Artificial Drainage</i>)	6
2.3	Fungsi Drainase	6
2.3.1	Single Purpose	6
2.3.2	Multi Purpose	6
2.4	Pola Drainase.....	6
2.4.1	Siku.....	6
2.4.2	<i>Pararel</i>	7
2.4.3	<i>Grid Iron</i>	8
2.4.4	Alamiah.....	8
2.4.5	<i>Radial</i>	9
2.4.6	Jaring – Jaring.....	9
2.5	Bentuk Saluran	10
2.5.1	<i>Trapeسيوم</i>	10
2.5.2	Persegi Panjang.....	10
2.5.3	Setengah Lingkaran	10
2.5.4	Tersusun.....	10
2.6	<i>Analisa Hidrologi</i>	11
2.6.1	<i>Siklus Hidrologi</i>	11

2.6.2	Curah Hujan Wilayah	13
2.7	<i>Analisa Frekuensi</i>	16
2.7.1	<i>Distribusi Normal</i>	17
2.7.2	<i>Distribusi Log Normal</i>	18
2.7.3	<i>Distribusi Log Person Tipe III</i>	19
2.7.4	<i>Distribusi Gumbel</i>	20
2.8	Intensitas Curah Hujan	21
2.9	Waktu <i>Konsentrasi</i>	25
2.9.1	Debit Banjir Rencana	27
2.10	<i>Analisa hidrolika</i>	28
2.10.1	Penampang Saluran	28
2.10.2	Dimensi Saluran	30
2.10.3	Tinggi Jagaan	32
2.11	Pemodelan <i>HEC-RAS</i>	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		34
3.1	Data Umum	34
3.2	Data Yang Digunakan	35
3.2.1	<i>Data Primer</i>	35
3.2.2	<i>Data Sekunder</i>	36
3.3	Bagan Alir	37

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Deskripsi Data	38
4.2 Analisa Curah Hujan	38
4.2.1 Curah Hujan Bulanan Maksimum	38
4.2.2 Curah Hujan Tahunan Daerah	40
4.3 Analisis Distribusi Curah Hujan.....	42
4.3.1 Penentuan Jenis Distribusi.....	42
4.3.2 Uji Chi - Kuadrat	62
4.4 Perhitungan Intensitas Curah Hujan.....	63
4.5 Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran.....	91
4.6 Mencari Koefisien Pengaliran	92
4.6.1 Perhitungan Waktu Kosentrasi	92
4.7 Perhitungan Debit Rencana	94
4.8 Nilai Koefisien <i>Manning</i>	95
4.9 Analisa Kapasitas Penampang Saluran Drainase Existing.....	95
4.9.1 Penampang Trapesium.....	95
4.10 Analisa Kapasitas Penampang Saluran Drainase Rencana	97
4.10.1 Penampang Trapesium.....	97
4.11 Analisa Kapasitas Penampang Drainase Menggunakan HEC-RAS	98

4.11.1 Pembuatan File Project	98
4.11.2 Geometri Saluran	98
4.11.3 Simulasi Aliran <i>Steady Flow</i>	101
4.11.4 Presentasi Hasil Hitungan di Sebuah Tampak Melintang	103
4.11.5 Presentasi Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Drainase	104
4.11.6 Presentasi Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur	104
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	106
5.1 Kesimpulan.....	106
5.2 Saran	106
DAFTAR PUSTAKA	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Saluran Pola <i>Siku</i>	7
Gambar 2. 2 Saluran Pola <i>Pararel</i>	7
Gambar 2. 3 Saluran Pola <i>Grid Iron</i>	8
Gambar 2. 4 Saluran Pola Alamiah.....	8
Gambar 2. 5 Saluran Pola <i>Radial</i>	9
Gambar 2. 6 Saluran Pola Jaring - Jaring.....	9
Gambar 2. 7 <i>Siklus Hidrologi</i>	13
Gambar 2. 8 <i>Metode Isohyet</i>	14
Gambar 2. 9 <i>Metode Polygon Thiessen</i>	16
Gambar 2. 10 Penampang <i>Trapesium</i>	29
Gambar 3. 1 Lokasi Studi	34
Gambar 3. 2 Denah Lokasi	35
Gambar 3. 3 Bagan Alir	37
Gambar 4. 1 Grafik Distribusi Normal	45
Gambar 4. 2 Grafik Distribusi Log Normal	49
Gambar 4. 3 Grafik Distribusi Log Person Type III	53
Gambar 4. 4 Grafik Distribusi <i>Gumbel</i>	57
Gambar 4. 5 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum (4 Metode)	59
Gambar 4. 6 Grafik Intensitas Durasi Metode <i>Talbot</i>	79
Gambar 4. 7 Grafik Intensitas Durasi Metode <i>Ishiguro</i>	81

Gambar 4. 8 Grafik Intensitas Durasi Metode <i>Sherman</i>	83
Gambar 4. 9 Grafik Intensitas Durasi Tiga Metode	91
Gambar 4. 10 Penampang Trapesium	95
Gambar 4. 11 Penampang Trapesium	97
Gambar 4. 12 Skema Saluran Drainase.....	99
Gambar 4. 13 Layar Editor Tampak Melintang Setelah Diberi Nilai Untuk STA 0	100
Gambar 4. 14 Layar Editor Tampak Melintang Setelah Diberi Nilai Untuk STA 300	100
Gambar 4. 15 Penginputan Nilai Debit	101
Gambar 4. 16 Penginputan Nilai Kemiringan.....	102
Gambar 4. 17 Hitungan Aliran Permanen.....	102
Gambar 4. 18 Tampilan <i>Cross Section</i> STA 0.....	103
Gambar 4. 19 Tampilan <i>Cross Section</i> STA 300.....	103
Gambar 4. 20 Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Drainase.....	104
Gambar 4. 21 Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur	105

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi.....	17
Tabel 2. 2 Nilai Reduksi <i>Gauss</i>	18
Tabel 2. 3 Standar <i>Variabel</i>	19
Tabel 2. 4 <i>Reduced Mean</i> (Y_n)	20
Tabel 2. 5 <i>Reduced Standard Deviation</i>	21
Tabel 2. 6 <i>Reduced Variate</i> (Y_t)	21
Tabel 2. 7 Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Hambatan	24
Tabel 2. 8 Nilai Kecepatan Aliran Yang Diizinkan	25
Tabel 2. 9 Nilai Koefisien Kekasaran Lahan	27
Tabel 2. 10 Koefisien Kekasaran <i>Manning</i>	31
Tabel 2. 11 Faktor Kemiringan Dan Debit Air	32
Tabel 2. 12 Besar Tinggi Jagaan	32
Tabel 4. 1 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Meteorologi Klas I Sultan Thaha Jambi	39
Tabel 4. 2 Curah Hujan Rata – Rata	39
Tabel 4. 3 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (2011-2020)	40
Tabel 4. 4 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan (Januari - Desember)	41
Tabel 4. 5 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal	42
Tabel 4. 6 Analisa Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal.....	44
Tabel 4. 7 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal.....	46
Tabel 4. 8 Analisa Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Log Normal	48

Tabel 4. 9 Perhitungan Variabel Dispresi Distribusi Log Person Type III.....	50
Tabel 4. 10 Nilai K Hasil Distribusi Log Person Type III.....	52
Tabel 4. 11 Analisa Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Log Person Type III	53
Tabel 4. 12 Perhitungan Variabel Dispresi Distribusi Gumbel.....	54
Tabel 4. 13 Analisa Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Gumbel.....	56
Tabel 4. 14 Hasil Analisis Frekuensi	58
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum (4 Metode)	59
Tabel 4. 16 Perbandingan Hasil Dispresi.....	60
Tabel 4. 17 Hasil Uji Distribusi	61
Tabel 4. 18 Uji Chi - Kuadrat.....	63
Tabel 4. 19 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2 Tahun	64
Tabel 4. 20 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 5 Tahun	66
Tabel 4. 21 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 10 Tahun	68
Tabel 4. 22 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 20 Tahun	70
Tabel 4. 23 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 50 Tahun	72
Tabel 4. 24 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 100 Tahun	74
Tabel 4. 25 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang Tiga Metode	76
Tabel 4. 26 Perhitungan Intensitas Durasi Metode <i>Talbot</i>	78
Tabel 4. 27 Perhitungan Intensitas Durasi Metode <i>Ishiguro</i>	80
Tabel 4. 28 Perhitungan Intensitas Durasi Metode <i>Sherman</i>	82

Tabel 4. 29 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 2 Tahun	84
Tabel 4. 30 Perhitungan Standard Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 5 Tahun	85
Tabel 4. 31 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 10 Tahun	86
Tabel 4. 32 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 20 Tahun	87
Tabel 4. 33 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 50 Tahun	88
Tabel 4. 34 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 100 Tahun	89
Tabel 4. 35 Rekapitulasi Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> Untuk Berbagai Periode Ulang (Tahun)	90
Tabel 4. 36 Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Durasi Tiga Metode.....	90
Tabel 4. 37 Kemiringan Saluran dan Kecepatan Aliran	91
Tabel 4. 38 Koefisien Pengaliran (C).....	92
Tabel 4. 39 Koefisien Manning.....	95

DAFTAR NOTASI

P	= Curah hujan tercatat (mm) Curah hujan daerah maksimum setahun (mm) Keliling basah saluran (m)
P_1, \dots, P_n	= Curah hujan distasiun pengukuran (mm)
n	= Jumlah stasiun pengukuran
R	= Curah hujan daerah Jari - jari hidrolis (m)
R_1, R_2, \dots, R_n	= Curah hujan rata - rata pada bagian A_1, A_2, \dots, A_n
A_1, A_2, \dots, A_n	= Luas bagian - bagian antara garis <i>isohyet</i>
A	= Luas daerah (h_a, m^2, km^2) Luas penampang (m^2)
A_n	= Luas daerah pengaruh tiap stasiun hujan (h_a, m^2, km^2)
P_n	= Data curah hujan maksimum setahun ditiap stasiun hujan (mm)
X_t	= Curah hujan rencana
X	= Curah hujan maksimum rata - rata
Z	= Faktor frekuensi
S_x	= Standar deviasi
K_t	= Standar variabel untuk periode ulang tahun
$\log X_T$	= Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T
$\log X$	= Nilai rata - rata

$S \log X$	= Nilai rata - rata populasi
K_T	= Faktor frekuensi, nilainya tergantung dari nilai T
Y_t	= <i>Recuded variabel</i> , parameter <i>gumbel</i> untuk periode T tahun
Y_n	= <i>Recuded mean</i> , merupakan fungsi dari banyaknya data
S_n	= <i>Recuded standar deviasi</i> , merupakan fungsi dari banyaknya data
S	= Standar deviasi Kemiringan dasar saluran
I	= Intensitas hujan (mm/jam)
a dan b	= Konstanta yang tergantung pada lamanya hujan yang terjadi di DAS
t	= Lamanya hujan
a	= Konstanta yang tergantung pada lamanya hujan yang terjadi di DAS
n	= Banyaknya data Koefisien kekasaran lahan
R_{24}	= Curah hujan harian maksimum dalam 24 jam (mm)
t_c	= Waktu konsentrasi (jam/detik)
t_1	= Waktu inlet (menit)
t_2	= Waktu aliran (menit)
l_0	= Panjang permukaan daerah pengaliran
L	= Panjang saluran

n_d	= Koefisien hambatan
v	= Kecepatan aliran yang diizinkan (m/det) Kecepatan rata - rata (m/detik)
t_0	= Waktu yang dibutuhkan oleh air menuju saluran terdekat
t_d	= Waktu untuk mengalir dalam saluran ke suatu tempat
L_n	= Panjang saluran
Q	= Debit maksimum (m ³ /det)
C	= Koefisien limpasan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Lembar Asistensi Tugas Akhir Lembar SK Tugas Akhir
Lampiran 2	Data Curah Hujan 10 Tahun Terakhir Time Schedule Tugas Akhir
Lampiran 3	Foto Dokumentasi Lokasi Penelitian
Lampiran 4	Nilai K Untuk Distribusi Log Person Nilai Kritis Untuk Uji Chi - Kuadrat
Lampiran 5	Gambar Saluran Drainase Mawar Asri

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saluran drainase adalah salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan. Saluran drainase berfungsi untuk mengalirkan air yang dapat mengganggu pengguna jalan, sehingga badan jalan tetap kering. Pada umumnya saluran drainase adalah saluran terbuka dengan menggunakan gaya gravitasi untuk mengalirkan air menuju *outlet*. Distribusi aliran dalam saluran drainase menuju *outlet* ini mengikuti kontur tanah, sehingga air permukaan akan lebih mudah mengalir secara gravitasi.

Banjir merupakan salah satu permasalahan yang banyak terjadi di Indonesia. Banjir dapat disebabkan penebangan hutan, tidak adanya daerah resapan, tersumbatnya saluran. Permasalahan banjir seharusnya dapat ditangani dengan sebaik - baiknya.

Di Kota Jambi pada setiap musim hujan sering mengalami banjir di beberapa daerah khususnya di daerah / kawasan Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete Kota Jambi. Pada bulan oktober tahun 2020 mengalami banjir sekitar 65 cm dari muka jalan data bersumber dari informasi masyarakat dilokasi sekitar. Secara klimatologi Provinsi Jambi memiliki iklim tropis, provinsi jambi memiliki curah hujan yang bervariasi, mulai dari curah hujan sedang hingga sangat tinggi.

Dengan demikian Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengevaluasi dan merencanakan saluran drainase yang terdapat di kawasan Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Bete Kota Jambi. Supaya nantinya saluran drainase dapat berfungsi semaksimal mungkin dalam mengurangi banjir yang terjadi di kawasan Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete Kota Jambi tersebut, sehingga terciptalah drainase yang baik dan berkualitas dengan tetap mempertimbangkan faktor keamanan dan kenyamanan bagi masyarakat sekitar.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang tersebut maka penulis membuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui tinggi curah hujan periode ulang 10 tahun
2. Untuk mengkaji kapasitas saluran drainase *existing* yang terjadi di Perumahan Mawar Asri

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, Tugas Akhir ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mengevaluasi saluran drainase *existing* dibandingkan dengan saluran rencana
2. Evaluasi saluran drainase dilokasi di kawasan Perumahan Mawar Asri
3. Untuk merencanakan kapasitas saluran drainase di kawasan Perumahan Mawar Asri

1.4. Manfaat

Manfaat dari penelitian yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui penyebab banjir di kawasan Perumahan Mawar Asri
2. Mendapatkan solusi penanggulangan banjir akibat debit air hujan
3. Masyarakat juga dapat mengantisipasi agar tidak terjadi banjir disekitar rumah mereka

1.5. Batasan Masalah

Maka diperlukan adanya batasan masalah untuk memaksimalkan Tugas Akhir ini. Adapun batasan masalah dari latar belakang diatas adalah sebagai berikut :

1. Tidak membahas tentang teknik pelaksanaan di lapangan
2. Dalam penelitian ini tidak memperhitungkan anggaran biaya

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Drainase Perumahan

Drainase (*Drainage*) yang berasal dari kata kerja ‘ *To Drain* ‘ yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air. Drainase perumahan adalah sistem drainase dalam wilayah administrasi kota dan daerah perumahan (*urban*). Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan rumah (perencanaan infrastruktur khususnya).

Menurut (Suripin, 2004) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. (Halim Hasmar, 2012). Dari sudut pandang yang lain, drainase secara umum didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu. Drainase perkotaan/terapan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan

perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota.

2.2 Sejarah Drainase

Menurut (Suripin, 2004) Manusia sudah keberadaan air di suatu lokasi dimana manusia bermukim, pada masa tertentu selalu terjadi keberadaan air secara berlebih sehingga sangat mengganggu kehidupan manusia itu sendiri. Selain itu kegiatan manusia semakin bervariasi sehingga menghasilkan limbah kegiatan berupa air buangan yang dapat mengganggu kualitas lingkungan.

Oleh karena itu sampai sekarang pemerintah harus pandai - pandai membuat dan mengatur agar drainase yang dibangun tidak menimbulkan bahaya karena bercampurnya air kotor / air limbah dengan air bersih yang akan dikonsumsi masyarakat. Maka jika tidak di cegah akan menimbulkan penyakit yang dapat menyerang masyarakat sekitar. Maka saluran drainase dibuat secara terpisah dari segi kesehatan, dari segi keuntungan dan kegunaannya. Drainase berdasarkan sejarah terbentuknya sebagai berikut :

2.2.1 Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)

Drainase yang terbentuk secara alami dan terdapat bangunan penunjang seperti bangunan pelimpa, pasangan batu bata, beton, gorong - gorong dan lainnya. Saluran ini terbentuk karena goresan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.

2.2.2 Drainase Buatan (*Artificial Drainage*)

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan khusus seperti pasangan beton, gorong - gorong, pipa dan lainnya.

2.3 Fungsi Drainase

Sementara berdasarkan fungsinya, pembangunan drainase ini dikategorikan menjadi beberapa jenis, diantaranya :

2.3.1 *Single Purpose*

Yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan suatu jenis air buangan, misalnya air hujan atau air buangan lain seperti limbah - limbah domestik, limbah industri, dan lain-lain.

2.3.2 *Multi Purpose*

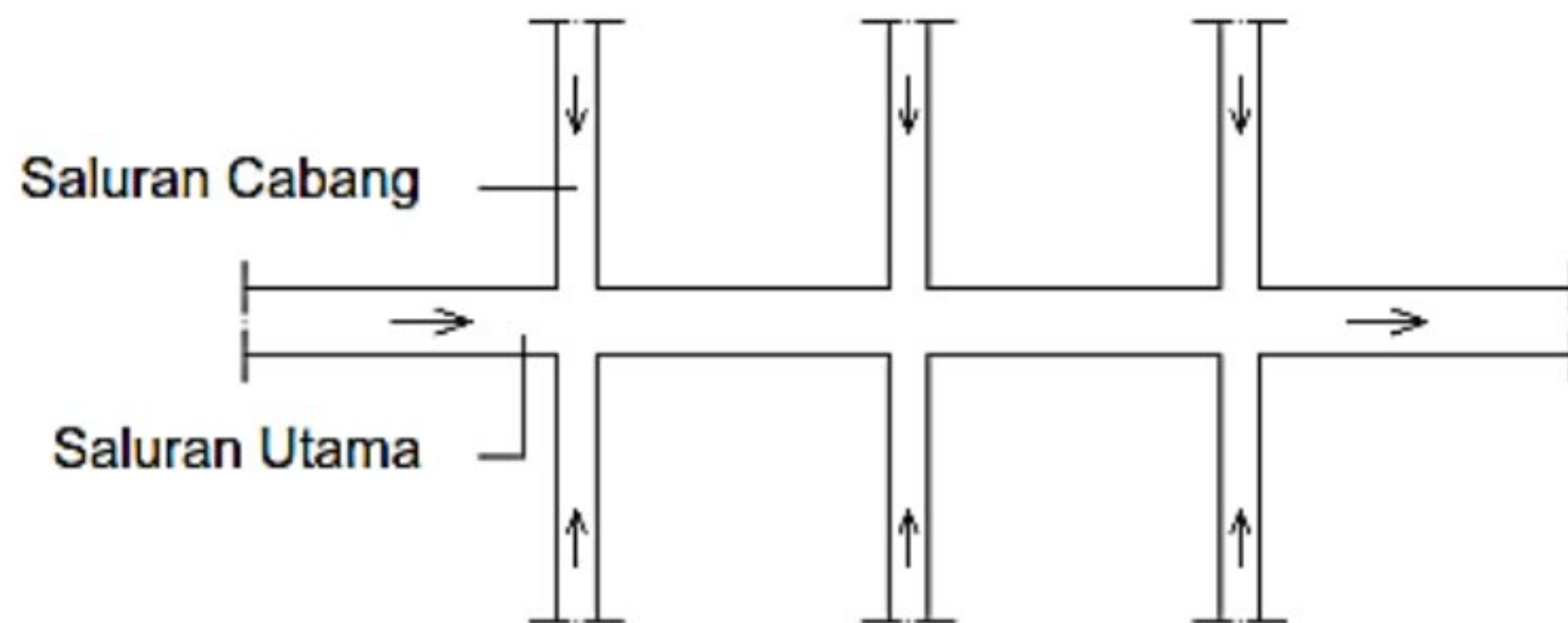
Yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air baik secara bercampur maupun bergantian.

2.4 Pola Drainase

Saluran drainase dibuat sesuai dengan kondisi lahan dan lingkungan sekitarnya, oleh karena itu dalam drainase dikenal beberapa pola jaringan drainase yaitu antara lain :

2.4.1 Siku

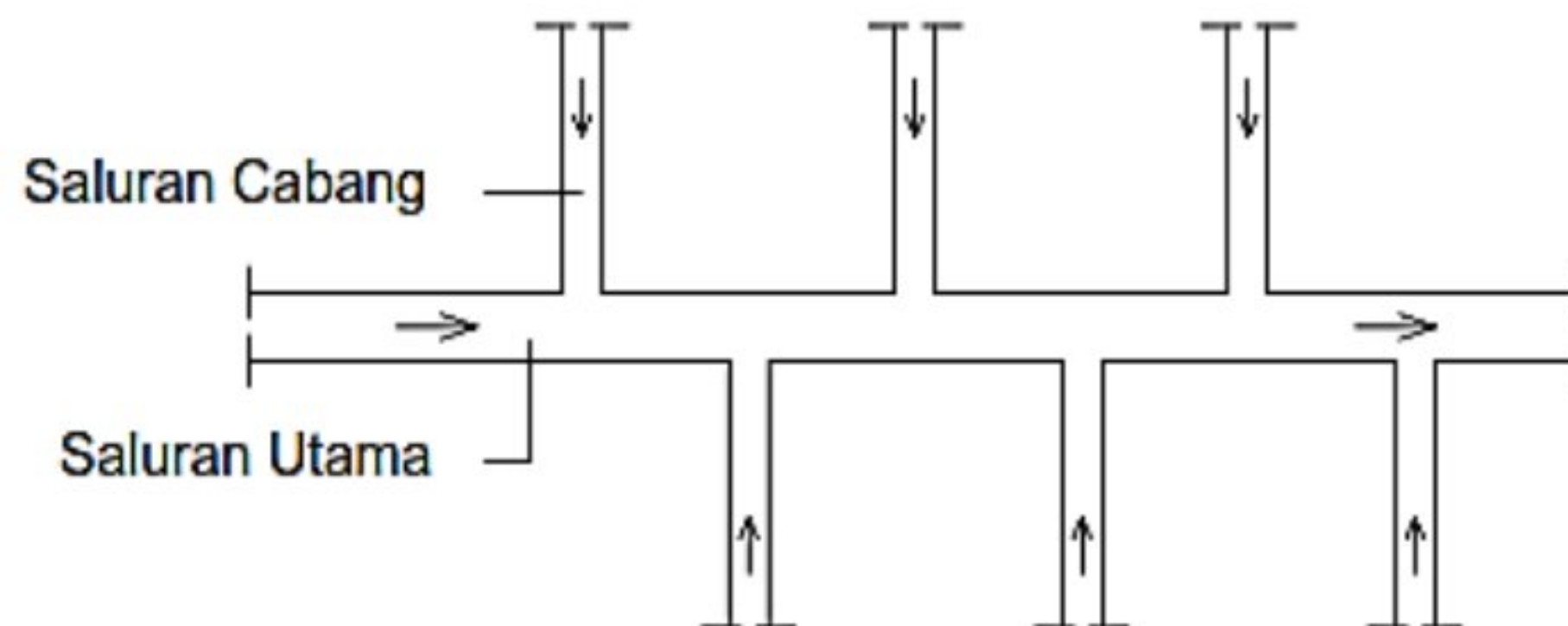
Pola ini dibuat pada daerah yang mempunyai topografi yang sedikit lebih tinggi dari sungai, sungai sebagai saluran pembuangan akhir berada ditengah kota



Gambar 2. 1 Saluran Pola *Siku*
(Sumber : Suripin, 2004)

2.4.2 *Pararel*

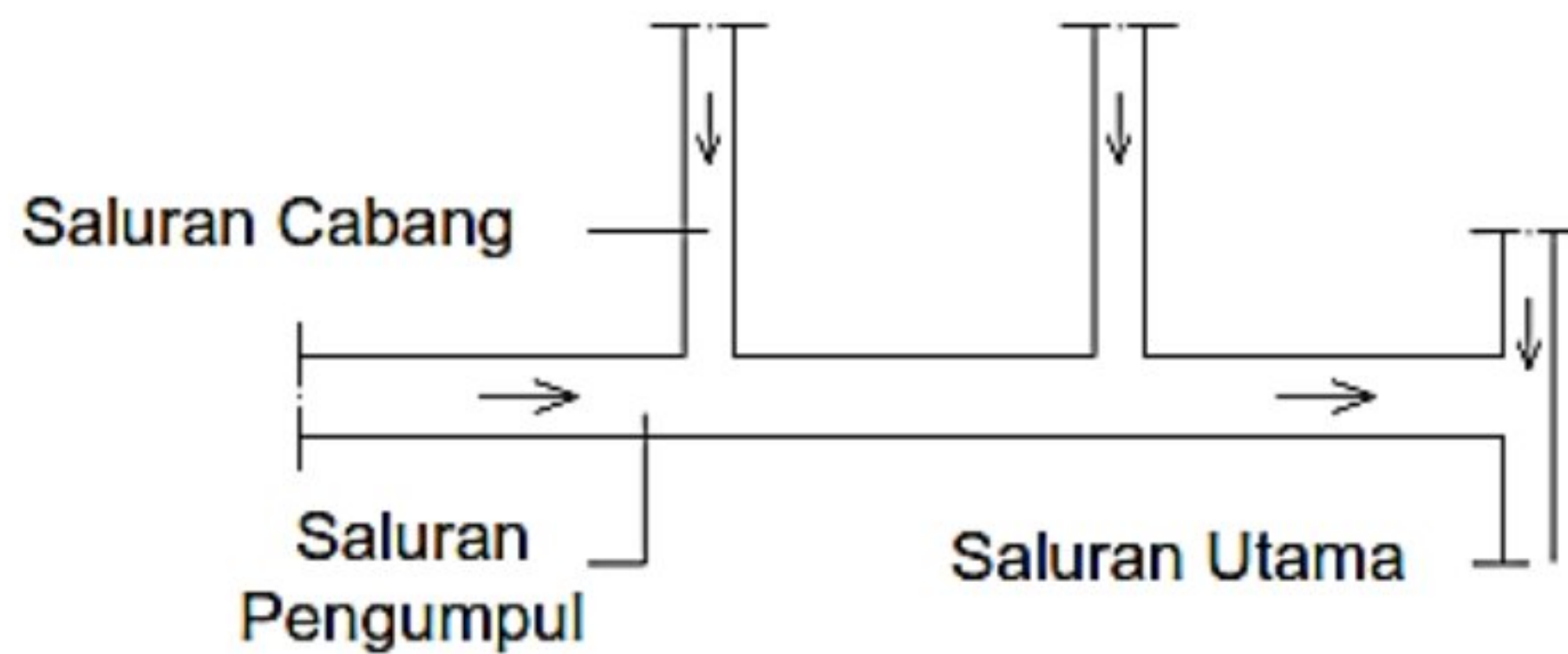
Pola ini dimana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang (*Sekunder*) yang cukup banyak, apabila terjadi perkembangan kota saluran dapat menyesuaikan



Gambar 2. 2 Saluran Pola *Pararel*
(Sumber : Suripin, 2004)

2.4.3 *Grid Iron*

Pola ini untuk daerah dimana sungainya terletak ditengah kota, sehingga saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul

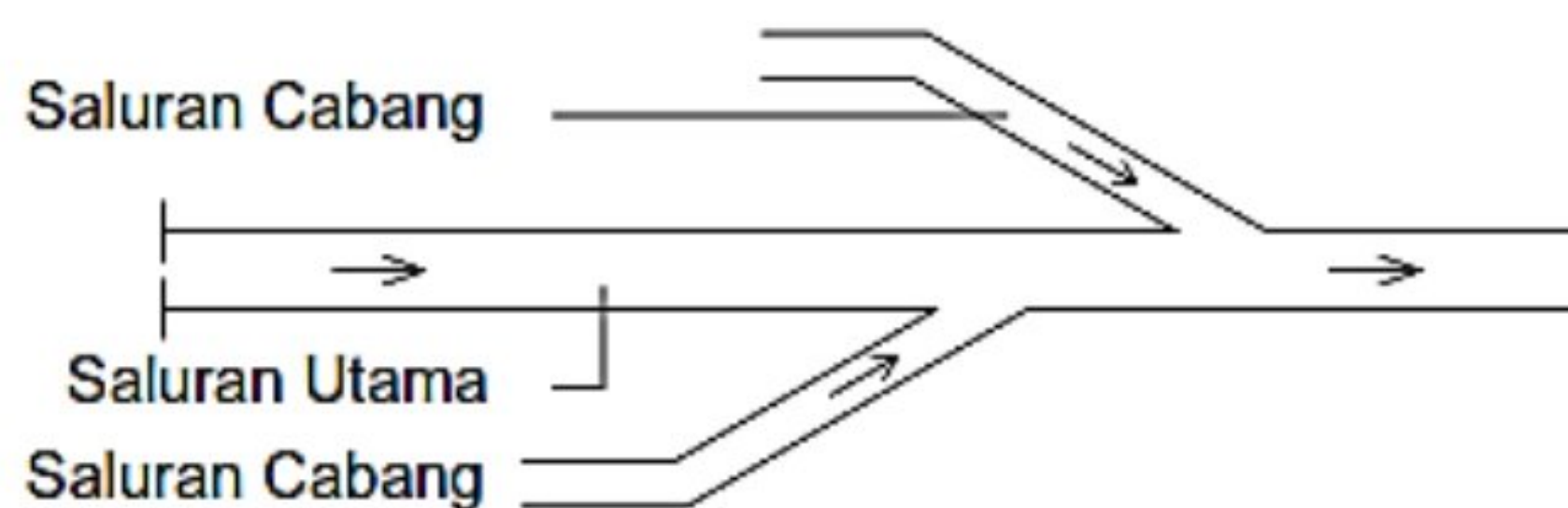


Gambar 2. 3 Saluran Pola *Grid Iron*

(Sumber : Suripin, 2004)

2.4.4 Alamiah

Pola ini sama seperti pola siku, hanya saja beban sungai pola ini lebih besar

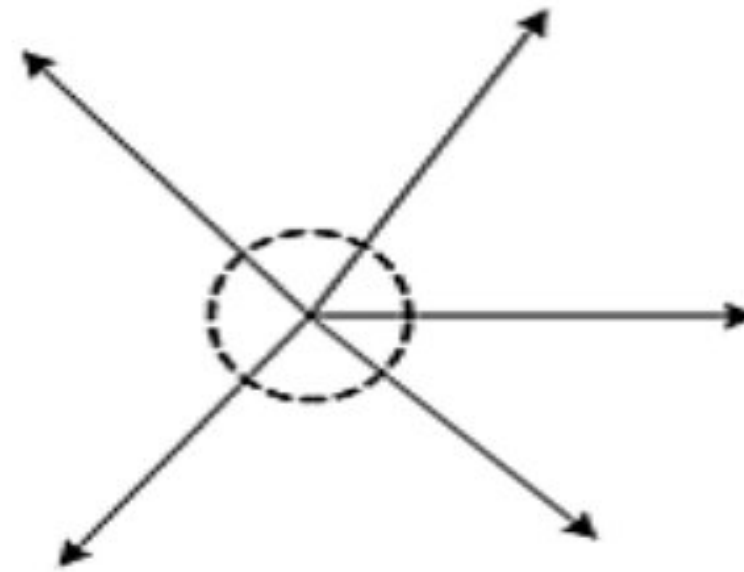


Gambar 2. 4 Saluran Pola Alamiah

(Sumber : Suripin, 2004)

2.4.5 Radial

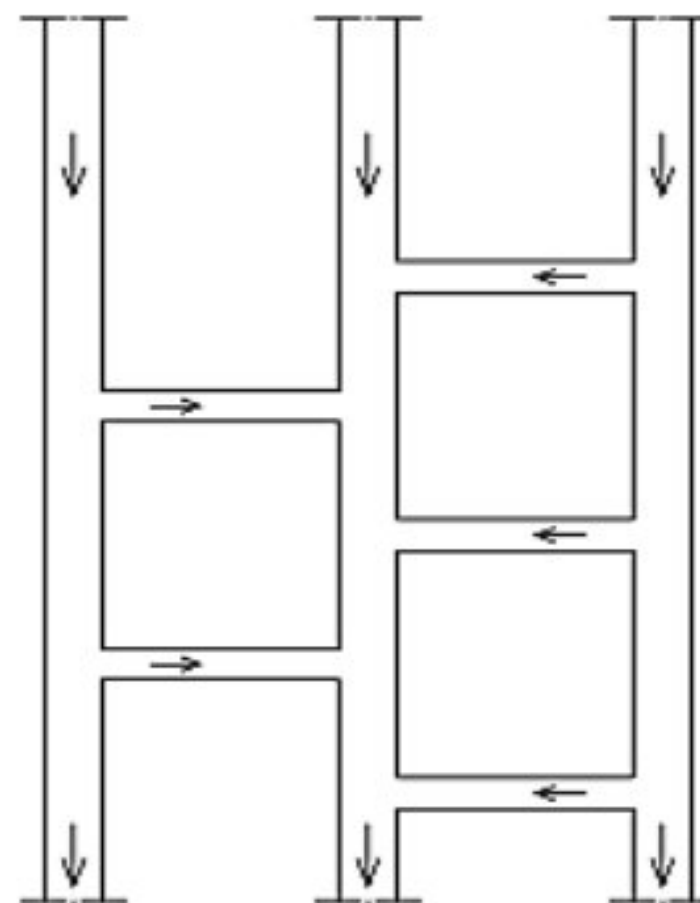
Pola ini pada daerah berbukit dimana pola saluran memancar kesegala arah



Gambar 2. 5 Saluran Pola Radial
(Sumber : Suripin, 2004)

2.4.6 Jaring – Jaring

Pola ini mempunyai saluran - saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah topografi rendah



Gambar 2. 6 Saluran Pola Jaring - Jaring
(Sumber : Suripin, 2004)

2.5 Bentuk Saluran

Bentuk – bentuk saluran untuk drainase tidak jauh berbeda dengan saluran irigasi pada umumnya, dalam perencanaan dimensi saluran diusahakan dapat membentuk saluran yang ekonomis, sebaliknya dimensi yang terlalu kecil akan menimbulkan permasalahan karena daya tampung yang tidak memadai.

Adapun menurut (Soewarno, 1981) bentuk saluran drainase antara lain :

2.5.1 *Trapeسيوم*

Pada umumnya saluran terbuat dari tanah tetapi tidak menutup kemungkinan dari pasangan batu, saluran ini memerlukan cukup ruang. Fungsi saluran *trapesium* ini untuk mengalirkan air hujan, limbah rumah tangga, dan lain - lain

2.5.2 Persegi Panjang

Saluran terbuat dari pasangan batu atau beton, bentuk saluran ini tidak memerlukan banyak ruang atau area

2.5.3 Setengah Lingkaran

Saluran ini berfungsi sebagai saluran air hujan dan limbah rumah tangga, saluran ini dapat dibuat dari pasangan batu atau dari pipa beton

2.5.4 Tersusun

Saluran ini biasanya digunakan untuk ruang yang cukup besar. Saluran ini dapat dibuat dari pasangan batu yang didapatkan.

Fungsi saluran ini yaitu sebagai aliran limbah rumah tangga dan air hujan

2.6 Analisa Hidrologi

Menurut (Soemarto, 1986) hidrologi adalah ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita ini. Analisa hidrologi diperlukan untuk merencanakan dimensi saluran drainase yang dapat menampung limpasan baik ditinjau *hidrolis* maupun dari elevasi lapangan. Kapasitas saluran adalah sebagai debit maksimum yang mampu dilewatkan oleh setiap penampang saluran.

Proses *analisis* hidrologi pada dasarnya merupakan proses pengolahan data curah hujan, data luas dan bentuk daerah pengaliran (*Catchmen Area*), data kemiringan lahan/beda tinggi, dan data tata guna lahan yang kesemuanya mempunyai arahan untuk mengetahui besarnya curah hujan rerata, koefisien pengaliran, waktu konsentrasi, intensitas curah hujan, dan debit banjir rencana.

2.6.1 Siklus Hidrologi

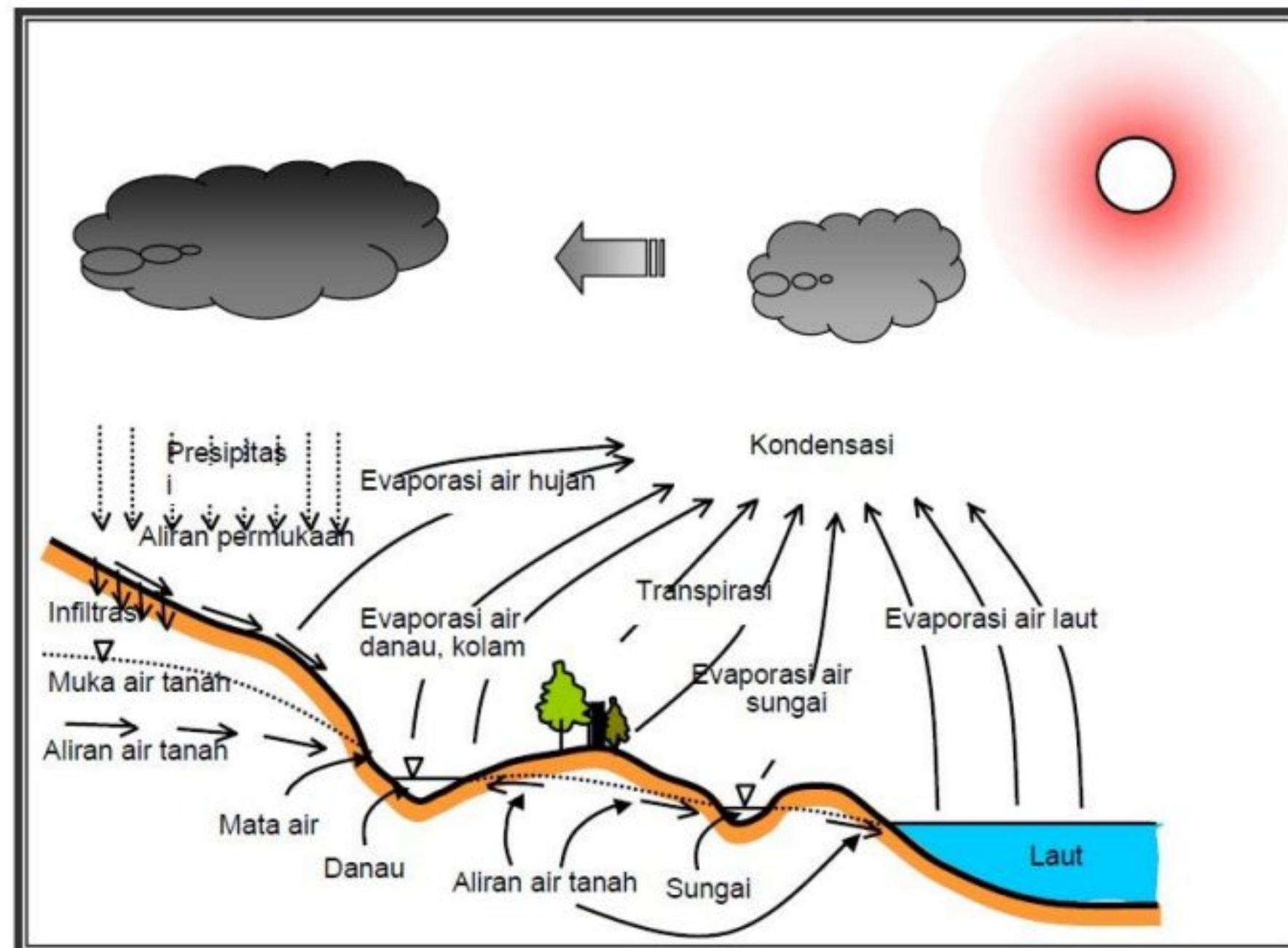
Konsep siklus hidrologi merupakan hal yang sangat penting, karena air (baik air permukaan maupun air tanah) bagian dari hidrologi. Siklus hidrologi dimulai dengan terjadinya panas matahari yang sampai pada permukaan bumi, sehingga menyebabkan penguapan. Sebagian air hujan tersebut akan tertahan oleh butiran – butiran tanah, sebagian akan bergerak dengan arah horizontal sebagai lapisan (*Run Off*).

Siklus hidrologi menurut (Soemarto, 1986) daur atau siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke

permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Air menguap dari permukaan samudera akibat energi panas matahari. Laju dan jumlah penguapan bervariasi, terbesar terjadi di dekat *equator*, di mana radiasi matahari lebih kuat.

Rangkaian proses dalam siklus hidrologi tersebut merupakan hal yang sangat penting harus dimengerti oleh para ahli teknik keairan. Ada empat macam proses penting dari siklus hidrologi yang harus dipahami yang berkaitan dengan perencanaan bangunan air yaitu :

- a. Partisipasi uap air di *atmosfir* terkondensasi dan jatuh ke permukaan bumi dalam berbagai bentuk (hujan, salju, kabut, dan embun)
- b. *Evaporasi* adalah penguapan air dari permukaan badan air (sungai, danau, dan waduk) Infiltrasi adalah air dari permukaan menyerap kedalam tanah.
- c. Limpasan permukaan (*surface run off*) dan limpasan air tanah (*subsurface run off*). Konsep sederhana dari siklus menunjukkan masing – masing proses digambarkan secara skematik seperti pada gambar 2.7



Gambar 2. 7 Siklus Hidrologi

(Sumber : Suripin, 2004)

2.6.2 Curah Hujan Wilayah

Curah hujan yang diperlukan untuk suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan buangan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu (Sosrodarsono, 1993). Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Perhitungan curah hujan rata-rata maksimum ini dapat menggunakan beberapa metode, diantaranya menggunakan metode Aljabar, *Isohyet*, dan *Polygon Thiessen*. Diantaranya sebagai berikut :

a. Cara Aljabar

Cara ini menggunakan perhitungan rata-rata secara aljabar, tinggi curah hujan diambil dari harga rata-rata dari stasiun pengamatan di dalam daerah yang ditinjau dari persamaan rata-rata aljabar :

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 \dots + P_n}{n} \sum_{i=0}^n \frac{P_n}{n} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

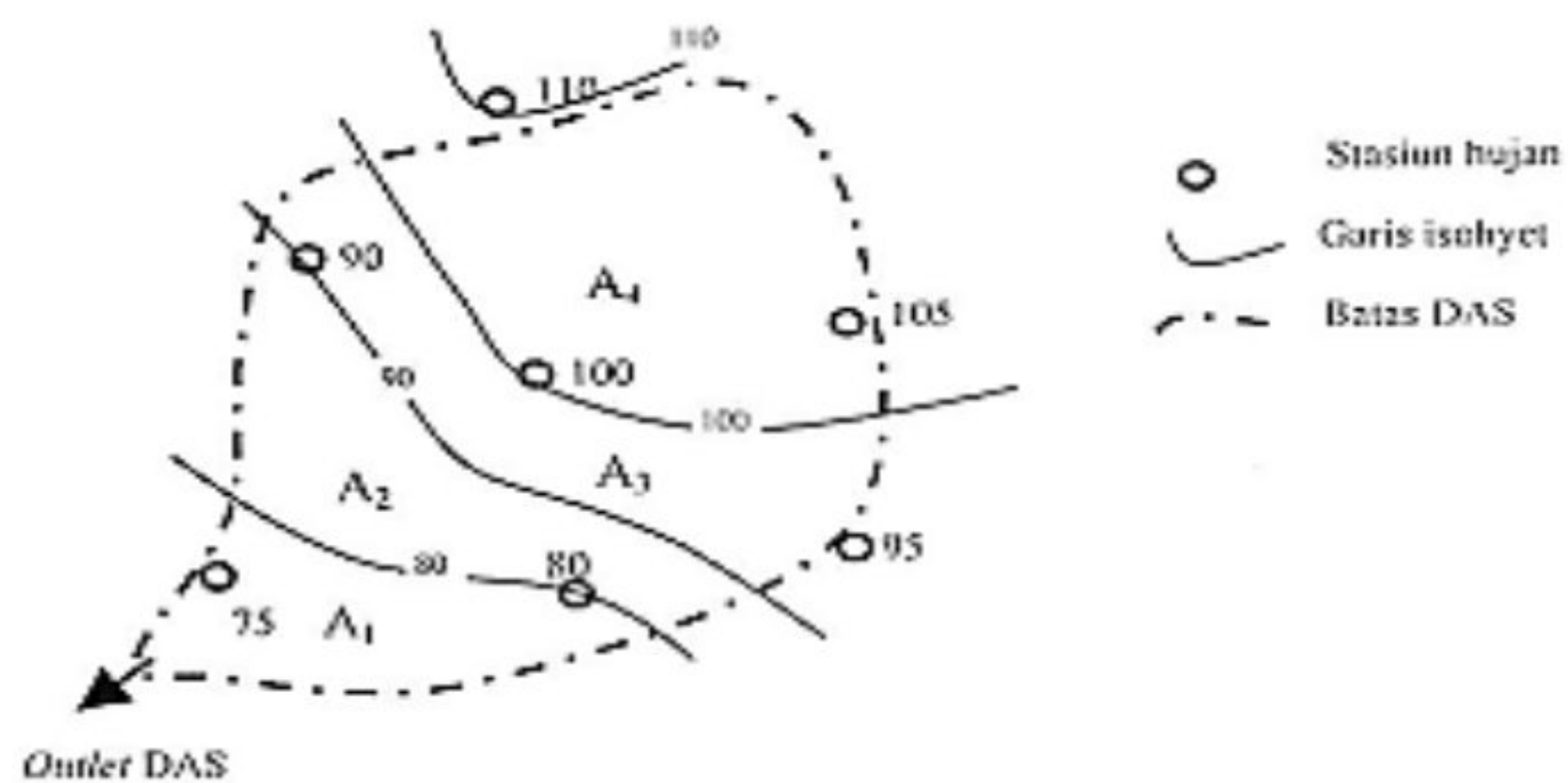
P = Curah hujan tercatat (mm)

P_1, \dots, P_n = Curah hujan distasiun pengukuran (mm)

n = Jumlah stasiun pengukuran

b. Cara *Isohyet*

Dengan cara ini, kita dapat menggambarkan dulu kontur tinggi hujan yang sama (*isohyet*), seperti terlihat digambar 2.8.



Gambar 2. 8 Metode Isohyet
(Sumber : Suripin, 2004)

Kemudian luas bagian di antara *isohyet-isohyet* yang berdekatan diukur, dan nilai rata-rata dihitung sebagai nilai rata-rata timbang nilai kontur sebagai berikut :

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

Dimana :

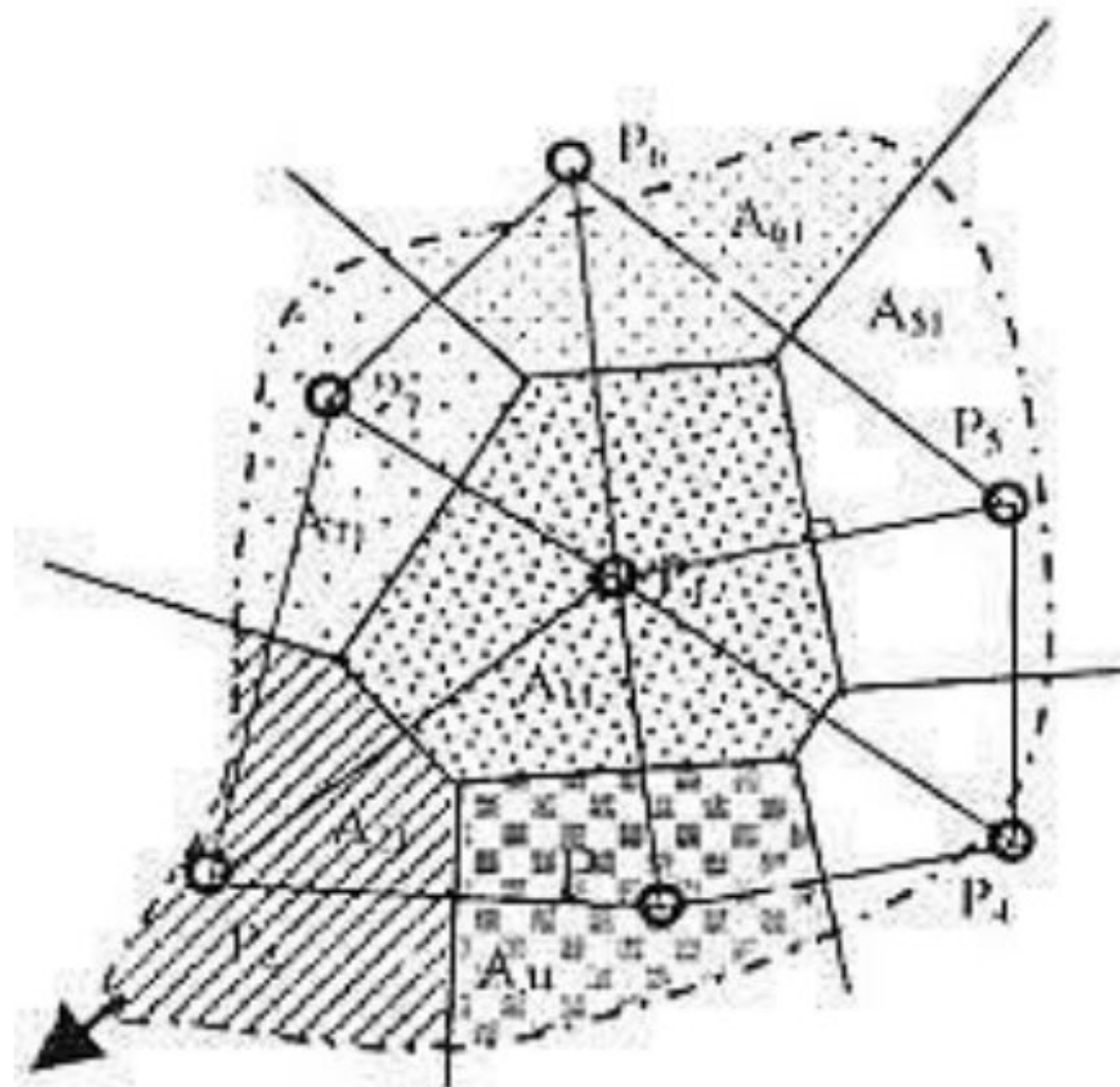
R = Curah hujan daerah

R₁, R₂ ,..... R_n = Curah hujan rata - rata pada bagian A₁,
A₂ A_n

A₁, A₂ A_n = Luas bagian - bagian antara garis *isohyet*

c. Cara *Polygon Thiessen*

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (*weighted mean*). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat. Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan persamaan berikut :



Gambar 2. 9 Metode Polygon Thiessen
(Sumber : Suripin, 2004)

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + P_3A_3 \dots P_nA_n}{A_1 + A_2 + A_3 \dots A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_iA_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots \dots \dots (2.3)$$

P = Curah hujan daerah maksimum setahun (mm)

A = Luas daerah (h_a, m^2, km^2)

A_n = Luas daerah pengaruh tiap stasiun hujan (h_a, m^2, km^2)

P_n = Data curah hujan maksimum setahun ditiap stasiun hujan
(mm)

2.7 Analisa Frekuensi

Menurut (Suripin, 2003), frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besarnya hujan dilampaui. Analisis frekuensi merupakan prakiraan, dalam arti *probabilitas* untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk hujan rencana yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untuk antisipasi setiap kemungkinan yang akan terjadi. Dalam bidang ilmu hidrologi ada empat jenis analisa frekuensi distribusi yang digunakan yaitu :

1. *Distribusi Normal*
2. *Distribusi Log Normal*
3. *Distribusi Log Person Tipe III*
4. *Distribusi Gumbel*

Keempat distribusi tersebut memiliki persyaratan masing-masing yaitu :

Tabel 2. 1 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi

Jenis Sebaran	Syarat
Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$
Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3$ $C_k = C_v^3 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
Log Person Tipe III	Selain dari nilai diatas

(Sumber : Suripin, 2004)

2.7.1 *Distribusi Normal*

Dalam analisis hidrologi distribusi normal sering digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, *analisis statistik* dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan. Rumus yang digunakan dalam perhitungan sebagai berikut :

$$X_t = X + z S_x \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana :

- X_t = Curah hujan rencana
- X = Curah hujan maksimum rata-rata
- Z = Faktor frekuensi
- S_x = Standar deviasi

Tabel 2. 2 Nilai Reduksi *Gauss*

No	Periode Ulang, T (Tahunan)	Peluang	K_{τ}	No	Periode Ulang, T (Tahunan)	Peluang	K_{τ}
1	1,001	0,999	-3,05	12	3,330	0,300	0,52
2	1,005	0,995	-2,58	13	4,000	0,250	0,67
3	1,010	0,990	-2,33	14	5,000	0,200	0,84
4	1,050	0,950	-1,64	15	10,000	0,100	1,28
5	1,110	0,900	-1,28	16	20,000	0,050	1,64
6	1,250	0,800	-0,84	17	50,000	0,020	2,05
7	1,330	0,750	-0,67	16	100,000	0,010	2,33
8	1,430	0,700	-0,52	19	200,000	0,005	2,58
9	1,670	0,600	-0,25	20	500,000	0,002	2,88
10	2,000	0,500	0	21	1000,000	0,001	3,09
11	2,500	0,400	0,25				

(Sumber : Suripin, 2004)

2.7.2 Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal, merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah varian X menjadi nilai logaritma varian X. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$X_t = X + K_t \cdot S_x \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

X_t = Curah hujan Rencana

S_x = Standar deviasi

X = Curah hujan rata-rata

K_t = Standar variable untuk periode ulang tahun

Tabel 2. 3 Standar Variabel

T	K _t	T	K _t	T	K _t
1	-1,86	20	1,89	96	3,34
2	-0,22	25	2,1	100	3,45
3	0,17	30	2,27	110	3,53
4	0,44	35	2,41	120	3,62
5	0,64	40	2,54	130	3,7
6	0,31	45	2,65	140	3,77
7	0,95	50	2,75	150	3,84
8	1,06	55	2,86	160	3,91
9	1,17	60	2,93	170	3,97
10	1,26	65	3,02	180	4,03
11	1,35	70	3,08	190	5,09
12	1,43	75	3,6	200	4,14
13	1,5	80	3,21	220	4,24
14	1,57	85	3,28	240	4,33
15	1,63	90	3,33	260	4,42

(Sumber : Suripin, 2004)

2.7.3 Distribusi Log Person Tipe III

Persamaan *distribusi Log Person Tipe III* hampir sama dengan persamaan distribusi *Log Normal*, yaitu sama-sama mengkonversi ke dalam bentuk logaritma. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\log X_T = \log X + K_T \times S \log X \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

$\log X_T$ = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T

$\log X$ = Nilai rata-rata dari $\log X = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots \dots \dots (2.7)$

$S \log X$ = Nilai rata-rata populasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^2}{n-1}} \dots \dots \dots (2.8)$$

K_T = Faktor frekuensi, nilainya tergantung dari nilai T

2.7.4 Distribusi Gumbel

Umumnya digunakan untuk *analisis* data maksimum, misalnya analisis frekuensi banjir. Rumus yang digunakan dalam perhitungan adalah sebagai berikut :

$$Y_t = X + \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \times S \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana :

X_t = Curah hujan rencana

X = Curah hujan rata-rata

Y_t = *Recuded variable*, parameter gumbel untuk periode T tahun

Y_n = *Recuded mean*, merupakan fungsi dari banyaknya data

S_n = *Recuded standar deviasi*, merupakan fungsi dari banyaknya data

S = Standar deviasi

Tabel 2. 4 *Reduced Mean* (Y_n)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,53	0,582	0,5882	0,5343	0,5353
30	0,5363	0,5371	0,538	0,5388	0,5396	0,54	0,541	0,5418	0,5424	0,543
40	0,5463	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5468	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,554	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,555	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5592	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,8898	0,5599
100	0,56									

(Sumber : Suripin, 2004)

Tabel 2. 5 *Reduced Standard Deviation*

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,108
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,177	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,189	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,198	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2026	1,2032	1,2038	1,2004	1,2046	1,2049	1,2055	1,206
100	1,2065									

(Sumber : Suripin, 2004)

Tabel 2. 6 *Reduced Variate (Yt)*

Periode Ulang (Tahun)	<i>Reduced Variate (Yt)</i>
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9606
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,2960
500	6,2140
1000	6,9190
5000	8,5390
10000	9,9210

(Sumber: Suripin, 2004)

2.8 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi dan besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas curah

hujan yang tinggi pada umumnya berlangsung dengan durasi pendek dan meliputi daerah yang tidak luas. Hujan yang berlangsung di daerah yang luas jarang sekali dengan intensitas tinggi, tetapi dapat berlangsung dengan durasi cukup panjang.

Analisis intensitas hujan digunakan untuk menentukan tinggi atau kedalaman air hujan per satu satuan waktu, maka makin besar pula intensitasnya dan semakin besar periode ulangnya, maka makin tinggi pula intensitas hujan yang terjadi (Suripin, 2004).

Metode yang dipakai dalam perhitungan intensitas curah hujan adalah metode Ishiguro, Sherman, Talbot, Mononobe yaitu apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia yang ada hanya data hujan harian. Persamaan umum yang dipergunakan untuk menghitung hubungan antara intensitas hujan T jam dengan curah hujan maksimum harian adalah sebagai berikut :

➤ **Metode Ishiguro**

$$I = \frac{a}{\sqrt{t + b}} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

a dan b = Konstanta yang tergantung pada lamanya hujan yang terjadi di DAS

t = Lamanya hujan

➤ **Metode Sherman**

$$I = \frac{a}{t^n} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

a = Konstanta yang tergantung pada lamanya hujan
yang terjadi di DAS

t = Lamanya hujan

n = Banyaknya data

➤ **Metode Talbot**

$$I = \frac{a}{t + b} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan

a dan b = Konstanta yang tergantung pada lamanya hujan
yang terjadi di DAS

➤ **Metode Mononobe**

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan harian maksimum dalam 24 jam
(mm)

t_c = Waktu konsentrasi (jam, detik)

Untuk menghitung t_c adalah sebagai berikut :

$$t_c = t_1 + t_2 \dots \dots \dots (2.14)$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times l_0 \times \frac{nd}{\sqrt{S}}\right)^{0.167} \dots \dots \dots (2.15)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times v} \dots \dots \dots (2.16)$$

Keterangan :

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

t_1 = Waktu inlet (menit)

t_2 = Waktu aliran (menit)

l_0 = Panjang permukaan daerah pengaliran

S = Kemiringan daerah pengaliran

L = Panjang saluran (m)

nd = Koefisien hambatan

v = Kecepatan aliran yang diizinkan (m/det)

Tabel 2. 7 Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Hambatan

No.	Kondisi Permukaan	n_1
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,10
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,20
5	Padang Rumput	0,40
6	Hutan gundul	0,60
7	Hutan rimbun dan gundul rapat dengan hamparan rumput	0,80

(Sumber : Suripin, 2011)

Tabel 2. 8 Nilai Kecepatan Aliran Yang Diizinkan

No.	Jenis Bahan	Kecepatan aliran air yang diijinkan (V) m / detik
1	Pasir halus	0,45
2	Lempung kepasiran	0,5
3	Lanau aluvial	0,6
4	Kerikil halus	0,75
5	Lempung kokoh	0,75
6	Lempung padat	1,10
7	Kerikil kasar	1,20
8	Batu - batu besar	1,50
9	Pasangan batu	1,50
10	Beton	1,50
11	Beton bertulang	1,50

(Sumber : Gunadarma, 2007)

2.9 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air hujan dari titik terjauh menuju suatu titik tertentu ditinjau pada daerah pengaliran. Umumnya waktu konsentrasi terdiri dari waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir pada permukaan tanah menuju saluran terdekat (t_0) dan waktu untuk mengalir dalam saluran ke suatu tempat yang ditinjau (t_d).

$$t_c = t_0 + t_d \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan :

t_c = Waktu konsentrasi

t_0 = Waktu yang dibutuhkan oleh air menuju saluran terdekat

t_d = Waktu untuk mengalir dalam saluran ke suatu tempat

yang ditinjau

Untuk t_0 dan t_d dapat dicari menggunakan rumus :

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \dots \dots \dots (2.18)$$

$$t_d = L/60V \dots \dots \dots (2.19)$$

Keterangan :

t_0 = Waktu yang dibutuhkan oleh air menuju saluran terdekat

t_d = Waktu untuk mengalir dalam saluran

L_0 = panjang permukaan daerah pengaliran

L = Panjang saluran

n_d = Koefisien hambatan

S = Kemiringan daerah pengaliran

V = Kecepatan aliran yang diizinkan

Waktu konsentrasi dapat juga dihitung dengan rumus :

➤ **Rumus Kirpieh**

$$t_c = \frac{0,06628L^{0,77}}{S^{0,385}} \dots \dots \dots (2.20)$$

Keterangan :

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang saluran

S = Kemiringan daerah pengaliran

➤ **Rumus Hathway**

$$t_c = \frac{0,606 (Ln)^{0,467}}{S^{0,234}} \dots \dots \dots (2.21)$$

Keterangan :

S = Kemiringan daerah pengaliran

L_n = Panjang saluran

n = Koefisien kekasaran lahan

Tabel 2. 9 Nilai Koefisien Kekasaran Lahan

Tata guna lahan	Nilai n
Kedap air	0,02
Timbunan tanah	0,1
Tanaman pangan/tegalan dengan sedikit rumput pada tanah gundul yang kasar dan lunak	0,2
Padang rumput	0,4
Tanah gundul yang kasar dengan runtuhan dedaunan	0,6
Hutan dan sejumlah semak belukar	0,8

(Sumber : Standar Nasional Indonesia SNI 2415-2016)

2.9.1 Debit Banjir Rencana

Pada perencanaan bangunan air yang menjadi masalah adalah besarnya debit air yang harus disalurkan melalui bangunannya. Jika yang disalurkan adalah debit suatu saluran pembuang atau sungai, maka besarnya debit tidak tentu dan berubah-ubah sesuai dengan volume debit yang mengalir.

Untuk menghitung debit rencana pada studi ini dipakai perhitungan dengan metode Rasional. Metode Rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan, yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase.

Rumus metode rasional :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots \dots \dots (2.22)$$

Dimana :

Q = Debit maksimum (m^3/det)

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (km)

2.10 Analisa hidrolika

Sistem pengaliran melalui saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas (*free surface*) di mana permukaan bebas ini dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung, saluran terbuka umumnya digunakan pada lahan yang masih memungkinkan (luas).

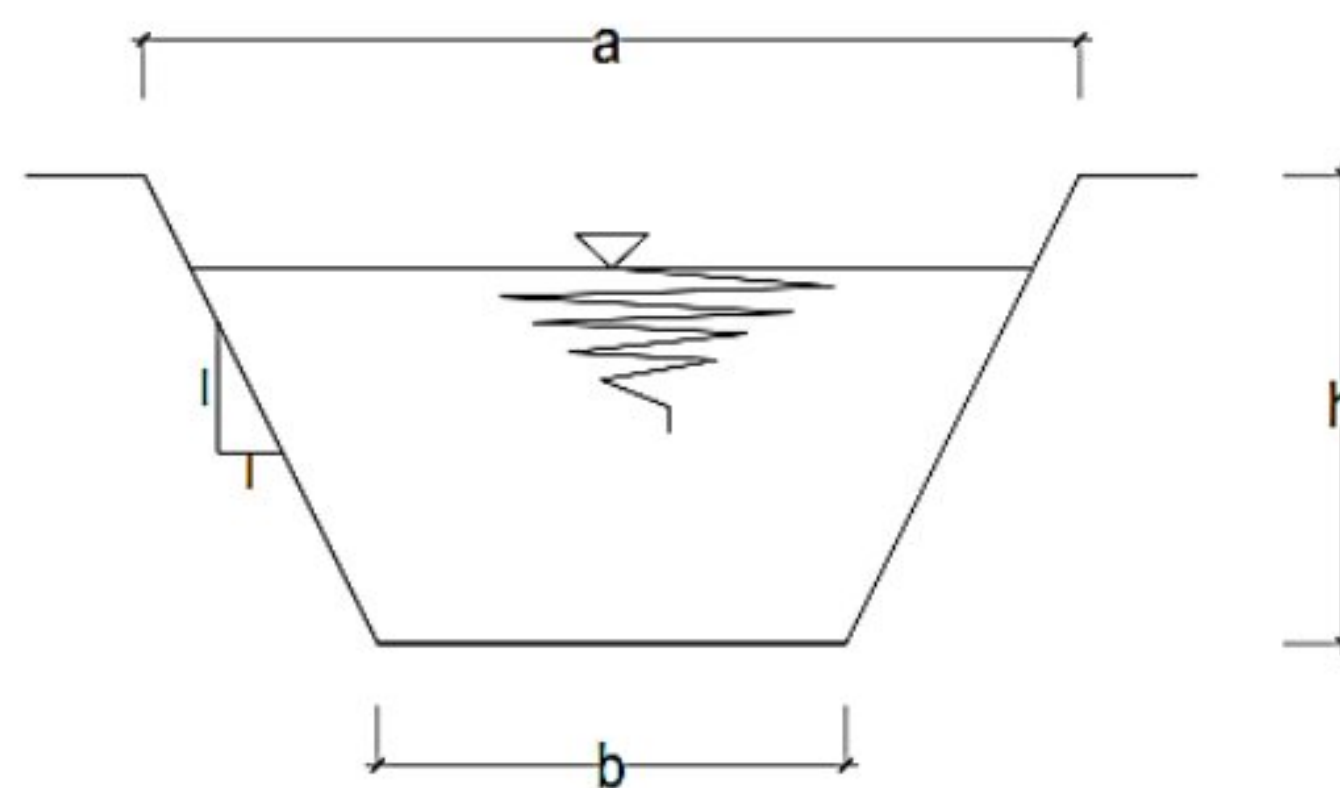
2.10.1 Penampang Saluran

Penampang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melwatkan debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran

dan kemiringan dasar tertentu. Berdasarkan persamaan kontinuitas, tampak jelas bahwa untuk luas penampang melintang tetap, debit maksimum dicapai jika kecepatan aliran maksimum. Dari rumus *Manning* maupun *Chezy* dapat dilihat bahwa untuk kemiringan dasar dan kekasaran tetap, kecepatan maksimum dicapai jika jari-jari hidraulik R maksimum.

Penampang Trapesium Paling *Ekonomis*

Penampang trapesium paling ekonomis saluran dengan penampang melintang bentuk trapesium dengan lebar dasar b , kedalaman h dan kemiringan dinding $1 : m$ untuk bentuk penampang trapesium yang ekonomis :



Gambar 2. 10 Penampang *Trapesium*

(Sumber : Suripin, 2004)

$$\text{Luas penampang} = A = (b + m \cdot h) \cdot h \dots \dots \dots (2.23)$$

$$\text{Keliling basah} = P = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{m^2 + 1} \dots \dots \dots (2.24)$$

$$\text{Jari - jari hidrolis} = \frac{A}{P} \dots \dots \dots (2.25)$$

$$\text{Kemiringan (} S_0 \text{)} = \frac{\text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah}}{\text{jarak}} \dots\dots\dots(2.26)$$

$$\text{Kecepatan Aliran (} v \text{)} = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(2.27)$$

$$\text{Debit Saluran (} Q_{\text{saluran}} \text{)} = A \times V \leq Q_r \dots\dots\dots(2.28)$$

2.10.2 Dimensi Saluran

Dimensi saluran harus mampu mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit yang dialirkan oleh saluran (Q_S) sama atau lebih besar dari debit rencana (Q_T). Hubungan ini ditunjukkan sebagai berikut :

$$Q_S < Q_T \dots\dots\dots(2.29)$$

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

$$Q_S = A \times V \dots\dots\dots(2.30)$$

Dimana :

A = Luas penampang saluran (m)

V = Kecepatan rata-rata aliran didalam saluran (m/detik)

Sedangkan kapasitas saluran dapat dihitung dengan memakai rumus hidrolika (rumus *Manning*) pada persamaan berikut :

$$V = \frac{2}{n} R^{1/2} \cdot S^{1/2} \dots\dots\dots(2.31)$$

$$R = A/P \dots\dots\dots(2.32)$$

Dimana :

V : Kecepatan rata-rata (m/detik)

n : Koefisien kekasaran Manning

R : Jari-jari hidrolis (m)

S : Kemiringan dasar saluran

A : Luas penampang (m^2)

P : Keliling basah saluran (m)

Tabel 2. 10 Koefisien Kekasaran *Manning*

Tipe Saluran	Koefisien Manning (n)
1. Baja	0,011 - 0,014
2. Baja permukaan gelombang	0,021 - 0,030
3. Semen	0,010 - 0,013
4. Beton	0,011 - 0,015
5. Pasangan batu	0,017 - 0,030
6. Kayu	0,010 - 0,014
7. Bata	0,011 - 0,015
8. Aspal	0,013

(Sumber : Wesli, 2008)

Tabel 2. 11 Faktor Kemiringan Dan Debit Air

Bahan Saluran	Kemiringan Dinding (m)
Batuan/cadas	0
Tanah lumpur	0,25
Lempung keras/tanah	0,5 – 1
Tanah dengan pasangan batuan	1
Lempung	1,5
Tanah berpasir lepas	2
Lumpur berpasir	3

(Sumber : Wesli, 2008)

2.10.3 Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan adalah jarak vertical dari permukaan air pada kondisi desain saluran terhadap puncak salurannya.

Tabel 2. 12 Besar Tinggi Jagaan

Q (m ³ /det)	Tinggi Jagaan
< 1	0,4
1-2	0,5
3-5	0,6
6-10	0,7
11-15	0,8
16-50	0,9
51-150	1,2
>150	1,5

(Sumber : Drainase Perumahan, 1997)

2.11 Pemodelan *HEC-RAS*

HEC-RAS adalah program yang model hidrolik dari air mengalir melalui alam sungai dan saluran lainnya. Program ini dikembangkan oleh Korps Insinyur Angkatan Darat Amerika Serikat untuk mengelola sungai, pelabuhan, dan pekerjaan umum lainnya di bawah yurisdiksinya, itu telah menemukan penerimaan luas oleh banyak orang sejak rilis pada tahun 1995.

Pusat Rekayasa Hidrologi (*HEC*) di Davis, California, mengembangkan Sistem Analisis Sungai (*RAS*) untuk membantu insinyur hidrolik dalam analisis aliran saluran dan penentuan dataran banjir. Ini mencakup berbagai kemampuan entri data, komponen analisis hidraulik, penyimpanan data dan kemampuan manajemen, serta kemampuan pembuatan grafik dan pelaporan.

Pada *software HEC-RAS* ini, dapat ditelusuri kondisi air sungai dalam pengaruh hidrologi dan hidroliknya, serta penanganan sungai lebih lanjut sesuai kebutuhan.

Secara umum perangkat lunak ini menyediakan fungsi - fungsi sebagai berikut :

- Manajemen File
- Inputdata dan pengeditan
- Analisa Hidraulik
- Keluaran (table, grafik dan gambar)

BAB III

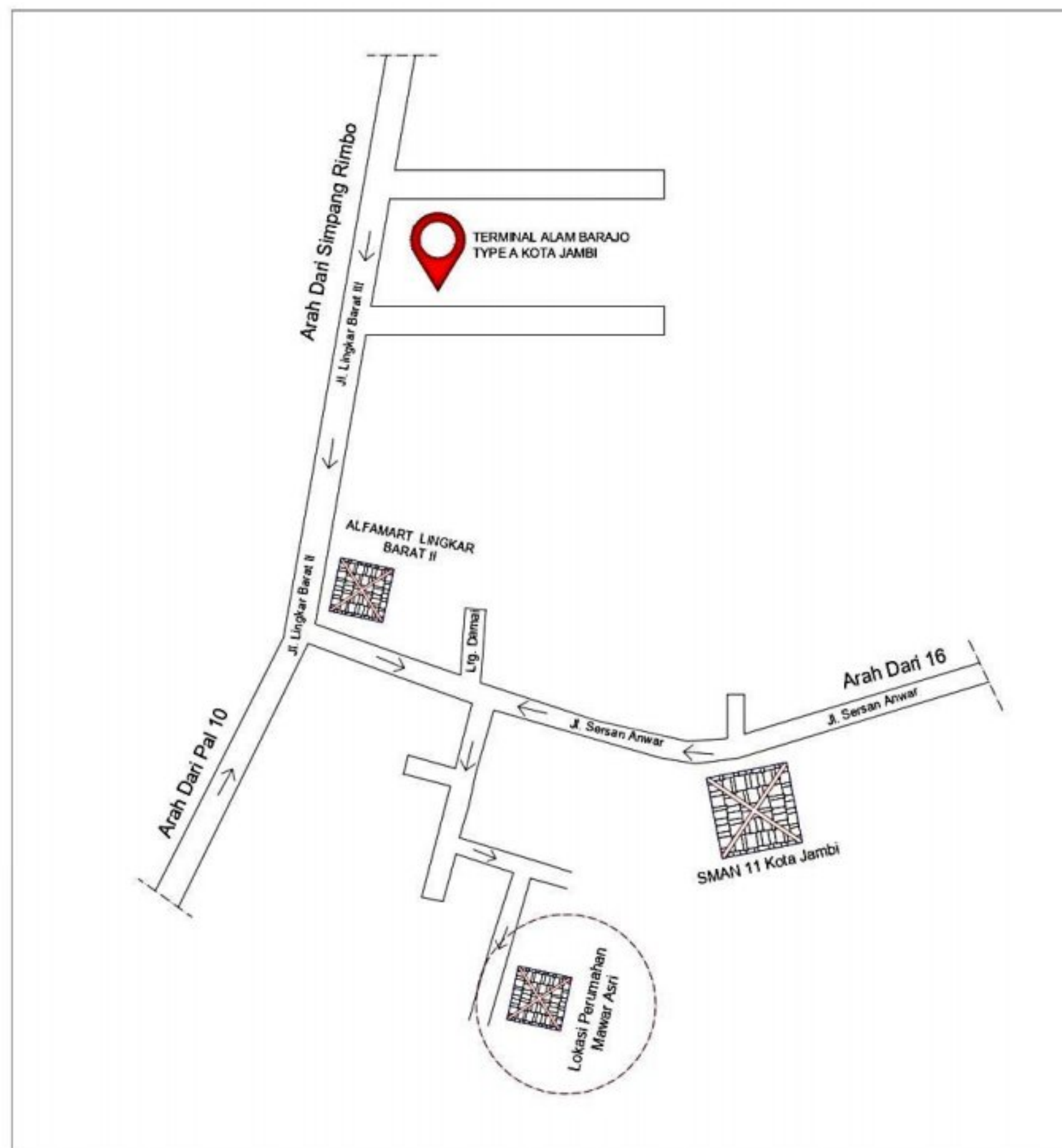
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Data Umum

Kawasan Perumahan Mawar Asri yang terletak di Kelurahan Bagan Pete Kota Jambi. Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete terdiri dari 201 unit rumah dan jumlah penduduk mencapai 201 kepala keluarga dengan luas daerah 3-4 hektar dan luas tanah perkapling 114 M²/kapling. Pada bulan oktober tahun 2020 mengalami banjir sekitar 65 cm dari muka jalan data bersumber dari informasi masyarakat dilokasi. Berikut adalah peta Kawasan Perumahan Mawar Asri :



Gambar 3. 1 Lokasi Studi
(Sumber : Google Map, 2021)



Gambar 3. 2 Denah Lokasi

(Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021)

3.2 Data Yang Digunakan

Pada penelitian ini pengumpulan data diperoleh dari hasil yang sudah ada yang berbentuk data sekunder dan data primer, yaitu :

3.2.1 Data Primer

➤ Data Saluran *Existing*

Saluran *existing* adalah saluran yang sudah ada di lapangan, jenis saluran penampang di Perumahan Mawar Asri ini ialah

penampang persegi dan alamiah. Untuk ukuran saluran tersebut adalah panjang = 300 m, lebar = 2 m dan tinggi = 1,3 m.

➤ Wawancara

Dari beberapa hasil wawancara masyarakat dilokasi, Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete Kota Jambi pada bulan oktober tahun 2020 mengalami banjir sekitar 65 cm dari muka jalan.

3.2.2 Data Sekunder

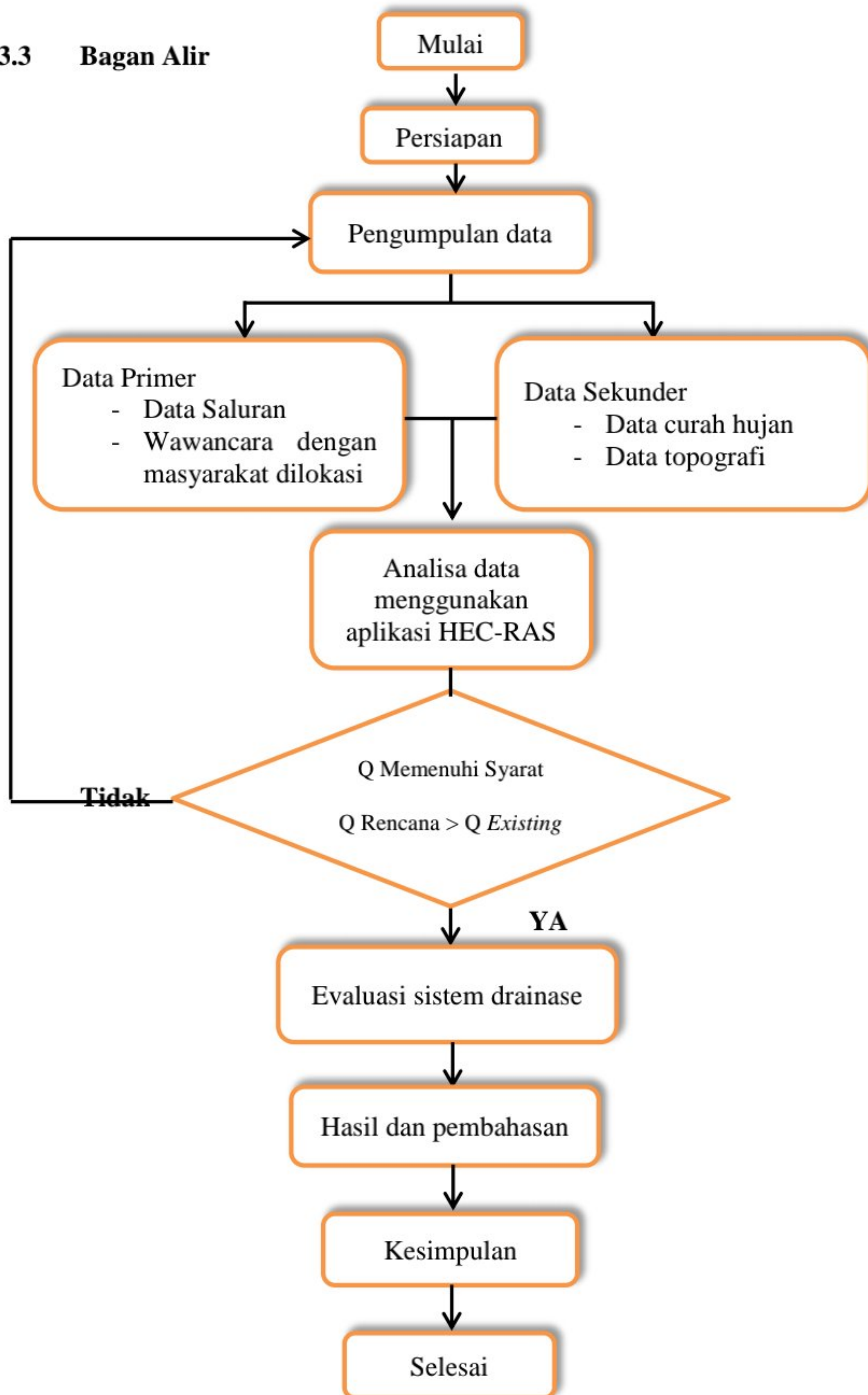
➤ Data Curah Hujan

Data curah hujan harian maksimum 10 tahun terakhir dimana dari tahun 2011 sampai dengan tahun 2020. Data tersebut akan digunakan untuk mengetahui debit maksimum perencanaan drainase. Data ini diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Meteorologi Klas I Sultan Thaha Jambi.

➤ Peta Topografi

Peta topografi sangat penting dibutuhkan dalam perencanaan drainase, karena akan menjadi pedoman dalam penentuan skema aliran drainase.

3.3 Bagan Alir



Gambar 3. 3 Bagan Alir

(Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021)

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete kota Jambi memiliki saluran drainase :

- Luas DAS : 3,623 Ha = 36,23 km²
- Luas Catchment Area : 0,4 km²
- Panjang Saluran Existing : 300 meter
- Lebar Saluran Existing : 2 meter
- Tinggi Saluran Existing : 1,3 meter

4.2 Analisa Curah Hujan

4.2.1 Curah Hujan Bulanan Maksimum

Untuk analisa curah hujan rencana dan debit banjir rencana pada Saluran Drainase Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete Kota Jambi memerlukan data curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir (2011 - 2020). Pada penelitian ini data curah hujan yang digunakan diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Meteorologi Klas I Sultan Thaha Jambi.

Berikut ini data curah hujan 10 tahun terakhir pada Stasiun Meteorologi Klas I Sultan Thaha Jambi.

Tabel 4. 1 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Meteorologi Klas I
Sultan Thaha Jambi

Tahun	Bulan												Σx
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nov	Des	
2011	322,5	163,8	226,5	268	279	85,7	146	29,5	36,3	247,6	285,8	212,3	2303
2012	136	143	222	244	266	53	108	55	53	277	150	223	1930
2013	150,1	183,6	326	125,1	182,8	83	209,1	73,4	235,4	325,3	170,7	29,1	2093,6
2014	91,9	26,2	101	338,1	108,9	102,1	195,1	184,7	67	100,6	228	28,2	1571,8
2015	158,1	111,4	178,1	303,5	134,2	34,6	73,1	37,4	110	36	345,2	298	1819,6
2016	104	195	70	234	104	76	127	199	109	130	209	140	1697
2017	129	191	196	298	158	233	55	68	216	230	340	273	2387
2018	134,7	219,5	307,5	211,8	289,6	86,9	31,3	75,3	209	137,3	421,4	236,5	2360,8
2019	167	291,2	151	386	161	160	21	3	48	195	115,2	147,5	1845,9
2020	152	86	232	205	220	95	198	96	182	368	265	324	2423

(Sumber : Data Satuan BMKG Shultan Thaha Jambi, 2020)

Tabel 4. 2 Curah Hujan Rata – Rata

No	Tahun	Σx	X_i (mm)
1	2011	2303	191,92
2	2012	1930	160,83
3	2013	2093,6	174,47
4	2014	1571,8	130,98
5	2015	1819,6	151,63
6	2016	1697	141,42
7	2017	2387	198,92
8	2018	2360,8	196,73
9	2019	1845,9	153,83
10	2020	2423	201,92
Jumlah			1702,64
Rata-rata			170,26

(Sumber : Perhitungan, 2021)

➤ Contoh perhitungan curah hujan rata - rata tahun 2011 pada tabel 4.1

$$X_i = \frac{\sum X}{n} = \frac{2303}{12} = 191,92 \text{ mm}$$

- Contoh perhitungan curah hujan rata - rata 10 tahun terakhir pada tabel 4.2

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{1702,64}{10} = 170,26 \text{ mm}$$

4.2.2 Curah Hujan Tahunan Daerah

Analisa ini dilakukan dengan menggunakan metode *aljabar*. Metode ini biasa digunakan pada saluran drainase yang mendatar, dan metode ini dipilih karena saluran drainase di Perumahan Mawar Asri Keluran Bagan Pete Kota Jambi termasuk kategori kecil yaitu sebesar 300 meter.

Hujan kawasan diperoleh dari persamaan (Suripin, 2004).

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 \dots + P_n}{n}$$

Keterangan :

P : Curah hujan tercatat (mm)

P_1, \dots, P_n : Curah hujan distasiun pengukuran (mm)

n : Jumlah stasiun pengukuran

Tabel 4. 3 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (2011-2020)

Tahun	P rencana (mm)
2011	322,5
2012	277
2013	326
2014	338,1
2015	345,2
2016	234

Tahun	P rencana (mm)
2017	340
2018	421,4
2019	386
2020	368
Σ	3358,2

(Sumber : Perhitungan, 2021)

$$\begin{aligned}
 P &= 322,5 + 277 + 326 + 338,1 + 345,2 + 234 + 340 + 421,4 + 386 + \\
 &368 \\
 &= 3358,2
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 4 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan (Januari - Desember)

Bulan	P rencana (mm)
Januari	322,5
Febuari	291,2
Maret	326
April	386
Mei	289,6
Juni	233
Juli	209,1
Agustus	199
September	235,4
Oktober	368
November	421,4
Desember	324
Σ	3605,2

(Sumber : Perhitungan, 2021)

$$\begin{aligned}
 P &= 322,5 + 291,2 + 326 + 386 + 289,6 + 233 + 209,1 + 199 + 235,4 \\
 &+ 368 + 421,4 + 324 \\
 &= 3605,2
 \end{aligned}$$

4.3 Analisis Distribusi Curah Hujan

Untuk menentukan curah hujan yang dipakai dalam menghitung besarnya debit banjir rencana berdasarkan analisa distribusi curah hujan, awalnya dengan melakukan pengukuran dispresi dilanjutkan dengan pengukuran dispersi logaritma untuk menentukan jenis distribusi yang digunakan dan kemudian pengujian kecocokan sebaran dengan menggunakan chi-kuadrat. Dari hasil perhitungan curah hujan maksimum tahunan dengan metode rata - rata aljabar diatas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan maksimum harian guna untuk menentukan debit banjir rencana.

4.3.1 Penentuan Jenis Distribusi

4.3.1.1 Metode Distribusi Normal

Tabel 4. 5 Perhitungan Variabel Dispresi Distribusi Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Xi - X)	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
1	2011	322,50	-13,32	177,42	-2363,27	31478,71
2	2012	277,00	-58,82	3459,79	-203504,99	11970163,45
3	2013	326,00	-9,82	96,43	-946,97	9299,21
4	2014	338,10	2,28	5,20	11,85	27,02
5	2015	345,20	9,38	87,98	825,29	7741,25
6	2016	234,00	-101,82	10367,31	-1055599,75	107481166,40
7	2017	340,00	4,18	17,47	73,03	305,28
8	2018	421,40	85,58	7323,94	626782,48	53640044,39
9	2019	386,00	50,18	2518,03	126354,87	6340487,17
10	2020	368,00	32,18	1035,55	33324,08	1072368,77
Jumlah		3358,20	0,000	25089,14	-475043,37	180553081,66
X		335,82				
S		52,80				

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dari data curah hujan didapat :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3358,20}{10} = 335,82 \text{ mm}$$

$$(X_i - \bar{X}) = 322,50 - 335,82 = -13,32$$

$$(X_i - \bar{X})^2 = (-13,32)^2 = 177,42$$

$$(X_i - \bar{X})^3 = (-13,32)^3 = -2363,27$$

$$(X_i - \bar{X})^4 = (-13,32)^4 = 31478,71$$

Keterangan : n = jumlah tahun

❖ Perhitungan Dispersi Distribusi Normal

- Nilai rata - rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3358,20}{10} = 335,82 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{25089,14}{10 - 1}} = 52,80$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{52,80}{335,82} = 0,16$$

- Koefisien *Swekness* (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{(10)(-475043,37)}{(10 - 1)(10 - 2)52,80^3} = -0,45$$

➤ Koefisien *Kurtosis* (C_k)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$= \frac{10^2 \times 180553081,66}{(10-1)(10-2)(10-3)52,80^4} = 4,61$$

Lalu digunakan persamaan $X_T = \bar{X} + K_T S$ dan harga variabel Reduksi Gauss, dapat dihitung curah hujan dengan periode ulang tertentu sebagai berikut :

Tabel 4. 6 Analisa Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Normal

No	Periode Ulang (T) Tahun	K_T	X	S	Curah Hujan (X_T) (mm)
1	2	0,00	335,82	52,80	335,82
2	5	0,84	335,82	52,80	380,17
3	10	1,28	335,82	52,80	403,40
4	25	1,71	335,82	52,80	426,11
5	50	2,05	335,82	52,80	444,06
6	100	2,33	335,82	52,80	458,84

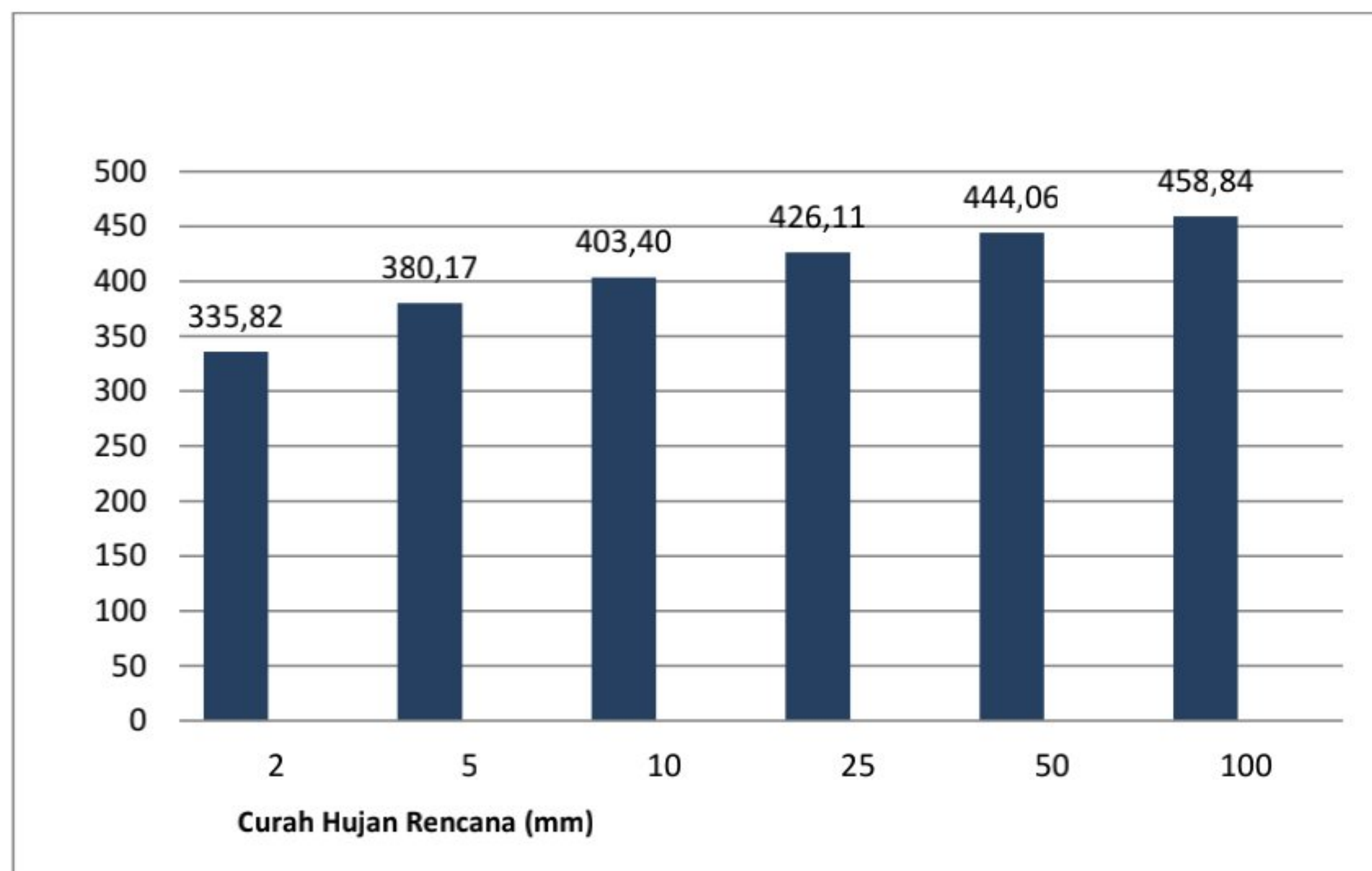
(Sumber : Perhitungan, 2021)

➤ Untuk $T = 2$ Tahun, maka :

$$K_T = 0,00$$

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

$$= 335,82 + (0,00 \times 52,80) = 335,82 \text{ mm}$$



Gambar 4. 1 Grafik Distribusi Normal

(Sumber : Perhitungan, 2021)

4.3.1.2 Metode Distribusi Log Normal

Tabel 4. 7 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Log Xi)	(Log Xi - Log X)	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³	(Log Xi - Log X) ⁴
1	2011	322,50	2,5085	-0,0124	0,0002	0,0000	0,0000
2	2012	277,00	2,4425	-0,0784	0,0062	-0,0005	0,0000
3	2013	326,00	2,5132	-0,0077	0,0001	0,0000	0,0000
4	2014	338,10	2,5290	0,0081	0,0001	0,0000	0,0000
5	2015	345,20	2,5381	0,0172	0,0003	0,0000	0,0000
6	2016	234,00	2,3692	-0,1517	0,0230	-0,0035	0,0005
7	2017	340,00	2,5315	0,0106	0,0001	0,0000	0,0000
8	2018	421,40	2,6247	0,1038	0,0108	0,0011	0,0001
9	2019	386,00	2,5866	0,0657	0,0043	0,0003	0,0000
10	2020	368,00	2,5658	0,0449	0,0020	0,0001	0,0000
Jumlah		3358,20	25,2092		0,0470	-0,0025	0,0007
X		335,82	2,5209				
S		0,072					

(Sumber : Perhitungan, 2021)

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{25,2092}{10} = 2,5209 \text{ mm}$$

Dari data curah hujan didapat :

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}) = (2,5085 - 2,5209) = -0,0124$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2 = (0,0124)^2 = 0,0002$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3 = (0,0124)^3 = 0,0000$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^4 = (0,0124)^4 = 0,0000$$

Keterangan : n = Jumlah Tahun

❖ Perhitungan Dispersi Distribusi Log Normal

- Nilai rata - rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{25,2092}{10} = 2,5209 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,0470}{10 - 1}} = 0,072$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,072}{2,5209} = 0,029$$

- Koefisien *Swekness* (C_s)

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

$$= \frac{(10)(-0,0025)}{(10 - 1)(10 - 2)0,072^3} = -0,930$$

➤ Koefisien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{n^2 \sum ((\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^4)}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$= \frac{10^2 \times 0,0007}{(10-1)(10-2)(10-3)0,072^4} = 5,168$$

Lalu digunakan persamaan $Y_T = \bar{Y} + K_T S$ dan harga variabel Reduksi Gauss, dapat dihitung curah hujan dengan periode ulang tertentu sebagai berikut :

Tabel 4. 8 Analisa Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang (T) Tahun	K_T	Log X	Log X_T	S	Curah Hujan (X_T) (mm)
1	2	0,000	2,521	2,521	0,072	331,831
2	5	0,840	2,521	2,582	0,072	381,582
3	10	1,280	2,521	2,613	0,072	410,552
4	25	1,710	2,521	2,644	0,072	440,987
5	50	2,050	2,521	2,669	0,072	466,641
6	100	2,330	2,521	2,689	0,072	488,885

(Sumber : Perhitungan, 2021)

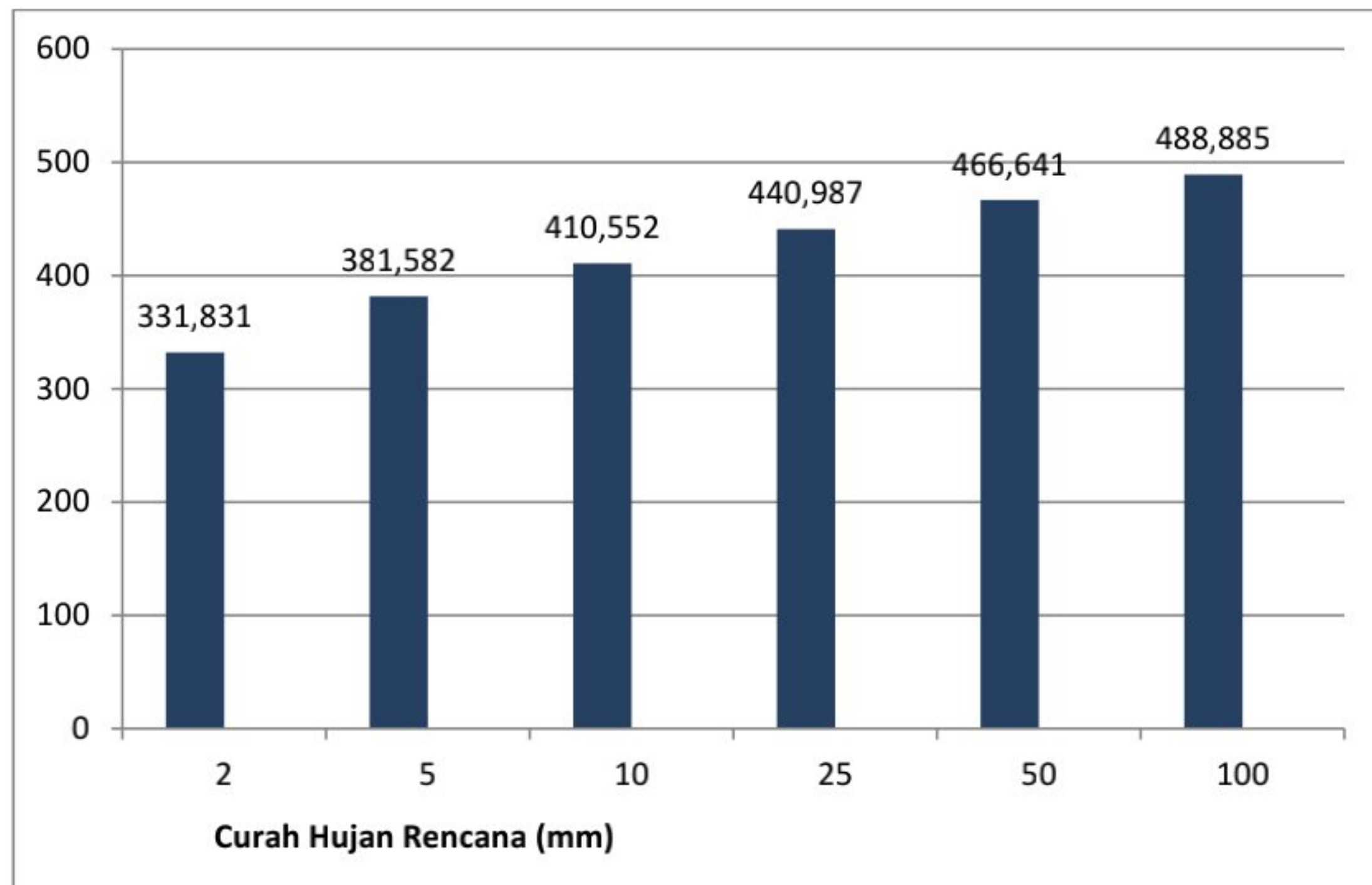
➤ Untuk T = 2 Tahun, maka :

$$K_T = 0,00$$

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + (K_T \times S)$$

$$= 2,521 + (0,00 \times 0,072) = 2,521 \text{ mm}$$

$$X_T = 331,831 \text{ mm}$$



Gambar 4. 2 Grafik Distribusi Log Normal
(Sumber : Perhitungan, 2021)

4.3.1.3 Metode Distribusi Log Person Type III

Tabel 4. 9 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Person Type III

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Log Xi)	(Log Xi - Log X)	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³	(Log Xi - Log X) ⁴
1	2009	322,50	2,509	-0,012	0,000153	-0,000002	0,0000
2	2010	277,00	2,442	-0,078	0,006152	-0,000483	0,0000
3	2011	326,00	2,513	-0,008	0,000059	0,000000	0,0000
4	2012	338,10	2,529	0,008	0,000066	0,000001	0,0000
5	2013	345,20	2,538	0,017	0,000294	0,000005	0,0000
6	2014	234,00	2,369	-0,152	0,023013	-0,003491	0,0005
7	2015	340,00	2,531	0,011	0,000112	0,000001	0,0000
8	2016	421,40	2,625	0,104	0,010770	0,001118	0,0001
9	2017	386,00	2,587	0,066	0,004313	0,000283	0,0000
10	2018	368,00	2,566	0,045	0,002019	0,000091	0,0000
Jumlah		3358,20	25,209		0,046951	-0,001771	0,0007
X		335,82	2,521				
S		0,072					

(Sumber : Perhitungan, 2021)

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{25,209}{10} = 2,521 \text{ mm}$$

Dari data curah hujan didapat :

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}) = (2,509 - 2,521) = -0,012$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2 = (0,012)^2 = 0,0001$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3 = (0,012)^3 = 0,0000$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^4 = (0,012)^4 = 0,0000$$

Keterangan : n = jumlah tahun

❖ Perhitungan Dispersi Distribusi Log Person Type III

- Nilai rata - rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{25,209}{10} = 2,521 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,0469}{10 - 1}} = 0,072$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,072}{2,521} = 0,029$$

- Koefisien *Swekness* (C_s)

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

$$= \frac{(10)(-0,0017)}{(10 - 1)(10 - 2)0,072^3} = -0,633$$

➤ Koefisien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{n^2 \sum ((\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^4)}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$= \frac{10^2 \times 0,0007}{(10-1)(10-2)(10-3)0,072^4} = 5,168$$

Nilai K dapat ditentukan berdasarkan hasil perhitungan C_s yang akan dicocokkan pada lampiran 3 nilai K untuk distribusi log pearson type III. Sehingga didapatkan nilai variabel standar (k) untuk periode ulang dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut :

Tabel 4. 10 Nilai K Hasil Distribusi Log Person Type III

No	Peride Ulang T (Tahun)	C_s	K
1	2	-0,7	0,116
2	5	-0,7	0,857
3	10	-0,7	1,2
4	25	-0,7	1,528
5	50	-0,7	1,72
6	`100	-0,7	1,88

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Perhitungan logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus persamaan :

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

Tabel 4. 11 Analisa Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Log Person Type III

No	Periode Ulang (T) Tahun	KT	Log X	Log XT	S	Curah Hujan (XT) (mm)
1	2	0,116	2,521	2,529	0,072	338,295
2	5	0,857	2,521	2,583	0,072	382,662
3	10	1,2	2,521	2,608	0,072	405,126
4	25	1,528	2,521	2,631	0,072	427,839
5	50	1,72	2,521	2,645	0,072	441,721
6	100	1,88	2,521	2,657	0,072	453,633

(Sumber : Perhitungan, 2021)

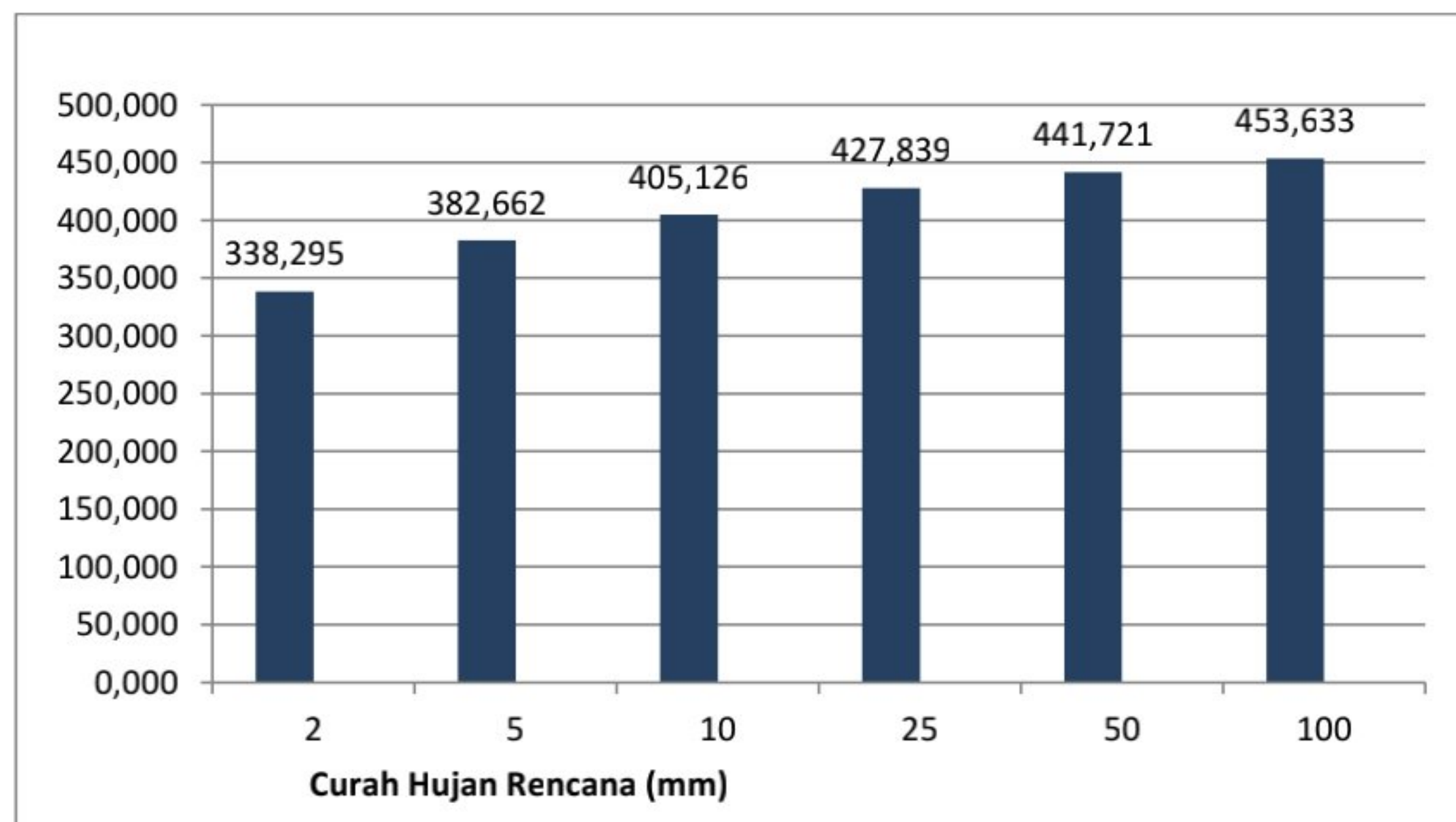
➤ Untuk T = 2 Tahun, maka :

$$K_T = 0,132$$

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X + (K_T \times S)$$

$$= 2,521 + (0,116 \times 0,072) = 2,529 \text{ mm}$$

$$X_T = 338,295 \text{ mm}$$



Gambar 4. 3 Grafik Distribusi Log Person Type III

(Sumber : Perhitungan, 2021)

4.3.1.4 Metode Distribusi Gumbel

Tabel 4. 12 Perhitungan Variabel Dispresi Distribusi Gumbel

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Xi - X)	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
1	2011	322,50	-13,320	177,422	-2363,27	31478,71
2	2012	277,00	-58,820	3459,792	-203504,99	11970163,45
3	2013	326,00	-9,820	96,432	-946,97	9299,21
4	2014	338,10	2,280	5,198	11,85	27,02
5	2015	345,20	9,380	87,984	825,29	7741,25
6	2016	234,00	-101,820	10367,312	-1055599,75	107481166,40
7	2017	340,00	4,180	17,472	73,03	305,28
8	2018	421,40	85,580	7323,936	626782,48	53640044,39
9	2019	386,00	50,180	2518,032	126354,87	6340487,17
10	2020	368,00	32,180	1035,552	33324,08	1072368,77
Jumlah		3358,20	0,000	25089,136	-475043,37	180553081,66
X		335,82				
S		52,799				

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dari data curah hujan didapat :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3358,20}{10} = 335,82 \text{ mm}$$

$$(X_i - \bar{X}) = 322,50 - 335,82 = -13,320$$

$$(X_i - \bar{X})^2 = (-13,320)^2 = 177,422$$

$$(X_i - \bar{X})^3 = (-13,320)^3 = -2363,27$$

$$(X_i - \bar{X})^4 = (-13,320)^4 = 31478,71$$

Keterangan : n = jumlah tahun

❖ Perhitungan Dispersi Distribusi Gumbel

- Nilai rata - rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3358,20}{10} = 335,82 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{25089,136}{10 - 1}} = 52,799$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{52,799}{335,82} = 0,16$$

- Koefisien *Swekness* (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{(10)(-475043,37)}{(10 - 1)(10 - 2)52,799^3}$$

$$= -0,045$$

- Koefisien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4}$$

$$= \frac{10^2 \times 180553081,66}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)52,799^4} = 4,610$$

Pada distribusi *Gumbel*, setelah memperoleh nilai rata - rata curah hujan dan simpangan baku, kemudian dicari nilai *Reduced Mean* (Y_n), *Reduced Standard Deviation* (S_n), dan *Reduced Variate* (Y_{Tr}). Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$Y_{Tr} = \bar{X} + \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \times S$$

Tabel 4. 13 Analisa Curah Hujan Rencana Dengan Distribusi Gumbel

No	Periode Ulang (T) Tahun	Ytr	Yn	Sn	X	S	K	Curah Hujan (XT) (mm)	$P^{60} (T)$
1	2	0,3668	0,4952	0,9496	335,82	52,799	-0,135	328,681	92,493
2	5	1,5004	0,4952	0,9496	335,82	52,799	1,059	391,710	110,230
3	10	2,2510	0,4952	0,9496	335,82	52,799	1,849	433,444	121,974
4	25	3,1993	0,4952	0,9496	335,82	52,799	2,848	486,170	136,812
5	50	3,9028	0,4952	0,9496	335,82	52,799	3,588	525,285	147,819
6	100	4,6012	0,4952	0,9496	335,82	52,799	4,324	564,117	158,746

(Sumber : Perhitungan, 2021)

$$n = 10$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

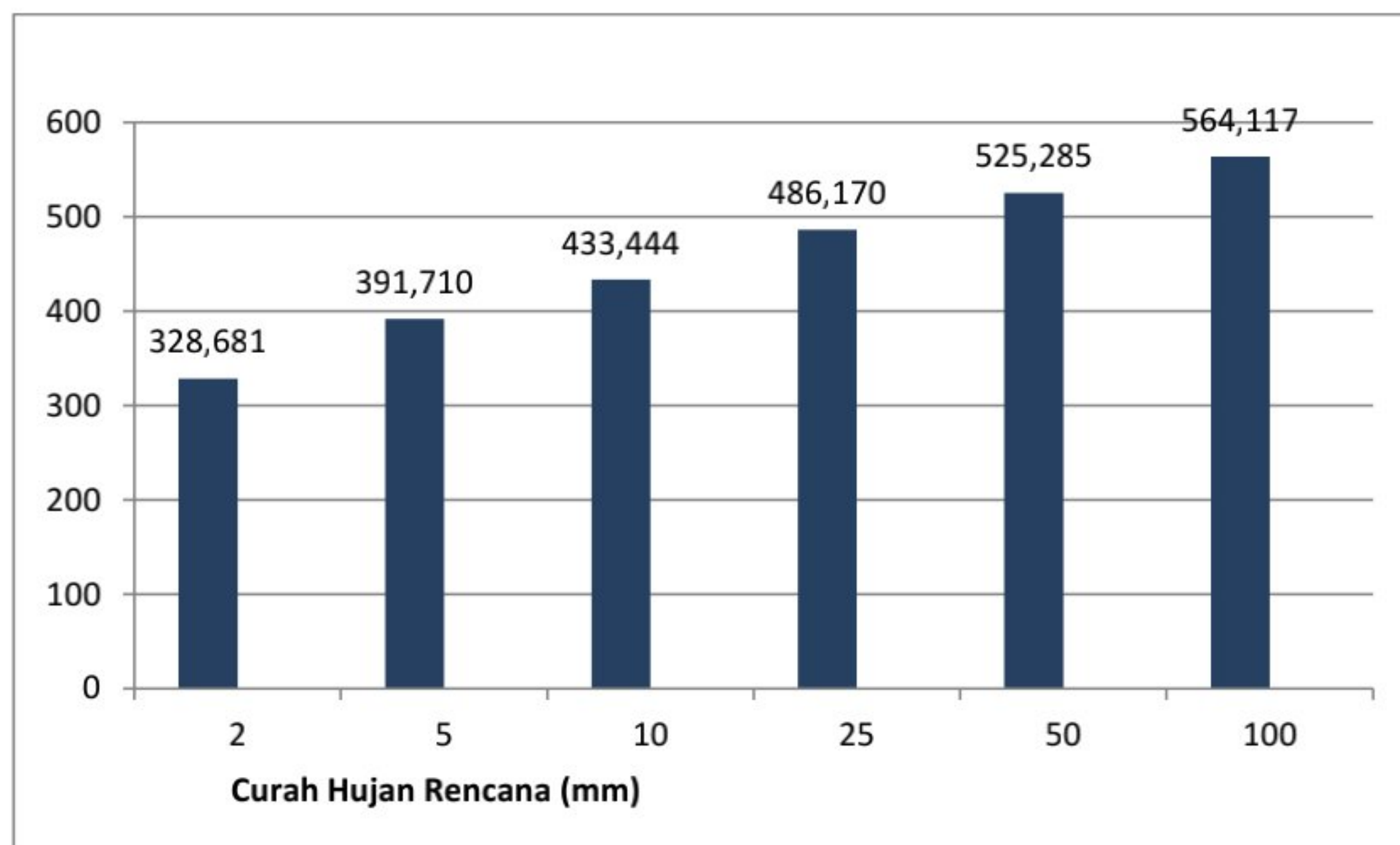
$$X \text{ dan } S = \text{ Didapat dari tabel 4.12}$$

$$Y_{Tr} = \bar{X} + \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \times S = 335,82 + \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} \times 52,799$$

$$= 328,681 \text{ mm}$$

$$P^{60}(T) = \left[\frac{93+19}{2} \times \frac{X_{tr}}{199} \right] = \left[\frac{93+19}{2} \times \frac{328,681}{199} \right]$$

$$= 92,493 \text{ mm / menit}$$



Gambar 4. 4 Grafik Distribusi *Gumbel*
(Sumber : Perhitungan, 2021)

Tabel 4. 14 Hasil Analisis Frekuensi

Durasi (menit)	Periode Ulang (mm/menit)					
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
5	227,147	348,970	451,662	580,086	731,710	871,064
10	170,005	261,182	338,040	434,157	547,638	651,936
20	118,557	182,141	235,740	302,770	381,908	454,642
30	94,037	144,471	186,985	240,151	302,922	360,614
40	79,230	121,722	157,542	202,337	255,224	303,831
60	61,739	94,850	122,762	157,668	198,879	236,755
80	51,478	79,087	102,360	131,465	165,827	197,409
120	39,622	60,872	78,785	101,186	127,634	151,942

(Sumber : Perhitungan, 2021)

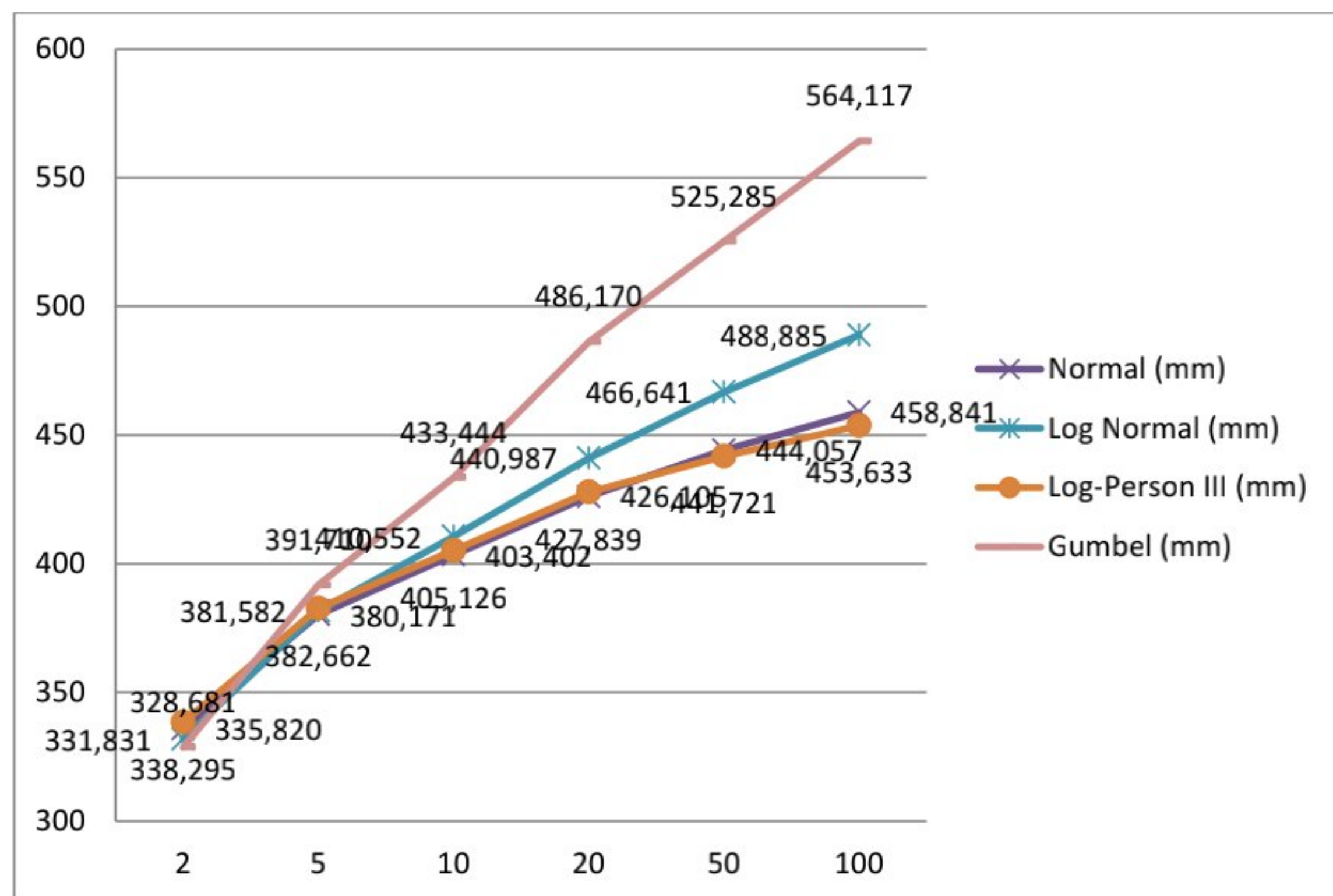
$$\begin{aligned}
 P_i &= (0,21 \cdot \ln.T + 0,52) \times (0,54 \cdot t^{0,25} - 0,50) \times \left[\frac{P^{60 \times 60}}{t} \right] \\
 &= (0,21 \times \ln(2) + 0,52) \times (0,54 \times 5^{0,25} - 0,50) \times \left[\frac{92,493 \times 60}{5} \right] \\
 &= 227,147 \text{ mm / menit}
 \end{aligned}$$

Perbandingan hasil pengukuran dispersi dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4. 15 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum (4 Metode)

No	Periode Ulang (T) Tahun	Normal (mm)	Log Normal (mm)	Log-Person III (mm)	Gumbel (mm)
1	2	335,820	331,831	338,295	328,681
2	5	380,171	381,582	382,662	391,710
3	10	403,402	410,552	405,126	433,444
4	20	426,105	440,987	427,839	486,170
5	50	444,057	466,641	441,721	525,285
6	100	458,841	488,885	453,633	564,117

(Sumber : Perhitungan, 2021)



Gambar 4. 5 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum (4 Metode)

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dari hasil analisis distribusi frikuensi hujan dengan menggunakan empat metode tersebut diatas, maka yang digunakan periode ulang 10 tahun terlihat bahwa distribusi Metode *Gumbel* Periode Ulang 10 Tahun yang paling ekstrim sehingga data inilah yang digunakan untuk analisis berikutnya.

Tabel 4. 16 Perbandingan Hasil Dispersi

No	Dispersi	Hasil Dispersi			
		Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
1	S	52,80	0,072	0,072	52,799
2	C_s	-0,45	-0,980	-0,683	-0,45
3	C_k	4,61	5,158	5,158	4,610
4	C_v	0,16	0,029	0,029	0,16

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Penentuan jenis sebaran yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik dan logaritma dengan syarat masing - masing sebaran.

Adapun hasil uji distribusi dapat dilihat pada tabel 4.17 :

Tabel 4. 17 Hasil Uji Distribusi

Jenis Distribsi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_s = 0$	-0,45	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	4,61	
Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3 = 0.087$	-0,980	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3.01$	5,158	
Log Pearson III	$C_s \neq 0$	-0,683	Memenuhi
	$C_k \neq 0$	5,158	
Gumbel	$C_s = 1.14$	-0,45	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5.4$	4,610	

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dapat dilihat pada tabel diatas Metode *Log Person Type III* adalah metode yang paling mendekati parameter yang disyaratkan. Selanjutnya Metode *Log Person Type III* akan diuji menggunakan uji kecocokan distribusi untuk mengetahui apakah memenuhi syarat perencanaan.

4.3.2 Uji Chi - Kuadrat

Uji ini diperlukan untuk mengetahui kecocokan distribusi frekuensi *sample* data terhadap distribusi peluang yang diperkirakan. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

Pengujian distribusi terpilih yaitu Distribusi *Log Person Type III* terhadap uji Chi - Kuadrat sebagai berikut :

$$\text{➤ } G = 1 + 3,3 \text{ Log } n = 1 + 3,3 \text{ Log } 10 = 4,3 \sim 4$$

➤ Derajat kebebasan :

$$DK = G - R - I = 4 - 2 - 1 = 1$$

$$\text{➤ } E_i = \frac{n}{G} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$\text{➤ } \Delta X = \frac{(X_{maks} - X_{min})}{G-1} = \frac{2,587 - 2,369}{4-1} = 0,0726$$

$$\text{➤ } X_{awal} = X_{min} - \frac{1}{2} \Delta X = 2,369 - \frac{1}{2} \times 0,0726 = 2,3327$$

Tabel 4. 18 Uji Chi - Kuadrat

Nilai Batas Tiap Kelas	O_i	E_i	$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2/E_i$
$2,3327 < X_i < 2,4118$	1	2,5	2,25	0,9
$2,4118 < X_i < 2,4970$	1	2,5	2,25	0,9
$2,4970 < X_i < 2,5822$	6	2,5	12,25	4,9
$2,5822 < X_i < 2,6674$	2	2,5	0,25	0,1
Jumlah	10	10	17	6,8

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dengan signifikansi $DK = 7$ dan $(\alpha) = 0,01$ maka diperoleh nilai Chi - Kuadrat kritis $X^2 = 18,475$. Dari hasil perhitungan diatas diperoleh X^2 dihitung = $6,8 < X^2$ tabel = $18,475$ maka distribusi memenuhi syarat.

4.4 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Untuk hujan yang terjadi selama 5 menit sampai 2 jam, persamaan intensitas durasi hujan menggunakan perhitungan persamaan garis *regresi Intensity Duration frequency Curve* (Kurva IDf) dengan *Metode Talbot, Ishiguro dan Sherman*.

Tabel 4. 19 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2 Tahun

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	Log t x Log I	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	√t	I x √t	I ² x √t
5	227,147	0,699	2,356	1,647	0,489	1135,735	51595,775	257978,876	2,236	507,916	115371,661
10	170,005	1,000	2,230	2,230	1,000	1700,051	28901,730	289017,302	3,162	537,603	91395,296
20	118,557	1,301	2,074	2,698	1,693	2371,139	14055,752	281115,044	4,472	530,203	62859,235
30	94,037	1,477	1,973	2,915	2,182	2821,116	8842,997	265289,914	5,477	515,063	48435,090
40	79,230	1,602	1,899	3,042	2,567	3169,202	6277,401	251096,047	6,325	501,095	39701,771
60	61,739	1,778	1,791	3,184	3,162	3704,318	3811,659	228699,552	7,746	478,225	29524,985
80	51,478	1,903	1,712	3,257	3,622	4118,264	2650,016	212001,252	8,944	460,436	23702,461
120	39,622	2,079	1,598	3,322	4,323	4754,628	1569,895	188387,400	10,954	434,036	17197,338
Jumlah	841,815	11,840	15,633	22,296	19,036	23774,454	117705,226	1973585,388	49,317	3964,578	428187,836

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Keterangan :

I = Didapat dari tabel 4.14 Hasil Analisis Frekuensi

Log t = Log (5) = 0,699

Log I = Log (227,147) = 2,356

Log t x Log I = 0,699 x 2,356 = 1,647

Log t² = 0,699² = 0,489

t x I = 5 x 227,147 = 1135,735

I² = 227,147² = 51595,775

t x I² = 5 x 51595,775 = 257978,876

\sqrt{t} = $\sqrt{5}$ = 2,236

I x \sqrt{t} = 227,147 x 2,236 = 507,916

I² x \sqrt{t} = 51595,775 x 2,236 = 115371,661

Tabel 4. 20 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 5 Tahun

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	Log t x Log I	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	√t	I x √t	I ² x √t
5	348,970	0,699	2,543	1,777	0,489	1744,848	121779,763	608898,814	2,236	780,320	272307,828
10	261,182	1,000	2,417	2,417	1,000	2611,815	68215,776	682157,761	3,162	825,928	215717,225
20	182,141	1,301	2,260	2,941	1,693	3642,818	33175,316	663506,329	4,472	814,559	148364,525
30	144,471	1,477	2,160	3,190	2,182	4334,126	20871,827	626154,811	5,477	791,299	114319,705
40	121,722	1,602	2,085	3,341	2,567	4868,895	14816,338	592653,507	6,325	769,840	93706,747
60	94,850	1,778	1,977	3,515	3,162	5691,002	8996,530	539791,816	7,746	734,705	69686,824
80	79,087	1,903	1,898	3,612	3,622	6326,954	6254,742	500379,384	8,944	707,375	55944,116
120	60,872	2,079	1,784	3,710	4,323	7304,610	3705,370	444644,408	10,954	666,817	40590,295
Jumlah	1293,294	11,840	1,125	24,504	19,036	36525,069	277815,663	4658186,830	49,317	609,843	1010637,265

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Keterangan :

I	= Didapat dari tabel 4.14 Hasil Analisis Frekuensi	
Log t	= Log (5)	= 0,699
Log I	= Log (348,970)	= 2,543
Log t x Log I	= 0,699 x 2,543	= 1,777
Log t ²	= 0,699 ²	= 0,489
t x I	= 5 x 227,147	= 1744,848
I ²	= 348,970 ²	= 121779,763
t x I ²	= 5 x 121779,763	= 608898,814
\sqrt{t}	= $\sqrt{5}$	= 2,236
I x \sqrt{t}	= 348,970 x 2,236	= 780,320
I ² x \sqrt{t}	= 121779,763 x 2,236	= 272307,828

Tabel 4. 21 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 10 Tahun

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	Log t x Log I	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	√t	I x √t	I ² x √t
5	451,662	0,699	2,655	1,856	0,489	2258,310	203998,632	1019993,159	2,236	1009,947	456154,808
10	338,040	1,000	2,529	2,529	1,000	3380,403	114271,244	1142712,44	3,162	1068,977	361357,402
20	235,740	1,301	2,372	3,087	1,693	4714,804	55573,430	1111468,606	4,472	1054,262	248531,936
30	186,985	1,477	2,272	3,356	2,182	5609,544	34963,315	1048899,436	5,477	1024,158	191501,961
40	157,542	1,602	2,197	3,520	2,567	6301,682	24819,498	992779,9301	6,325	996,383	156972,290
60	122,762	1,778	2,089	3,715	3,162	7365,714	15070,483	904228,9887	7,746	950,910	116735,460
80	102,360	1,903	2,010	3,825	3,622	8188,809	10477,594	838207,4919	8,944	915,537	93714,447
120	78,785	2,079	1,896	3,943	4,323	9454,163	6207,028	744843,3857	10,954	863,043	67994,587
Jumlah	1673,876	11,840	18,021	25,830	19,036	47273,430	465381,224	7803133,437	49,317	7883,217	1692962,890

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Keterangan :

I = Didapat dari tabel 4.14 Hasil Analisis Frekuensi

Log t = Log (5) = 0,699

Log I = Log (451,662) = 2,655

Log t x Log I = 0,699 x 2,655 = 1,856

Log t² = 0,699² = 0,489

t x I = 5 x 451,662 = 2258,310

I² = 451,662² = 203998,632

t x I² = 5 x 203998,632 = 1019993,159

\sqrt{t} = $\sqrt{5}$ = 2,236

I x \sqrt{t} = 451,662 x 2,236 = 1009,947

I² x \sqrt{t} = 203998,632 x 2,236 = 456154,808

Tabel 4. 22 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 20 Tahun

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	Log t x Log I	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	√t	I x √t	I ² x √t
5	580,086	0,699	2,763	1,932	0,489	2900,430	336499,674	1682498,372	2,236	1297,112	752436,146
10	434,157	1,000	2,638	2,638	1,000	4341,574	188492,619	1884926,191	3,162	1372,926	596065,999
20	302,770	1,301	2,481	3,228	1,693	6055,392	91669,444	1833388,885	4,472	1354,027	409958,218
30	240,151	1,477	2,380	3,516	2,182	7204,540	57672,661	1730179,834	5,477	1315,363	315886,175
40	202,337	1,602	2,306	3,694	2,567	8093,478	40940,241	1637609,627	6,325	1279,691	258928,817
60	157,668	1,778	2,198	3,908	3,162	9460,052	24859,052	1491543,143	7,746	1221,287	192557,392
80	131,465	1,903	2,119	4,032	3,622	10517,184	17282,993	1382639,412	8,944	1175,857	154583,786
120	101,186	2,079	2,005	4,169	4,323	12142,324	10238,613	1228633,519	10,954	1108,437	112158,382
Jumlah	2149,820	11,840	18,890	27,117	19,036	60714,973	767655,297	12871418,983	49,317	10124,701	2792574,914

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Keterangan :

I = Didapat dari tabel 4.14 Hasil Analisis Frekuensi

Log t = Log (5) = 0,699

Log I = Log (580,086) = 2,763

Log t x Log I = 0,699 x 2,763 = 1,932

Log t² = 0,699² = 0,489

t x I = 5 x 580,086 = 2900,430

I² = 580,086² = 336499,674

t x I² = 5 x 336499,674 = 1682498,372

\sqrt{t} = $\sqrt{5}$ = 2,236

I x \sqrt{t} = 580,086 x 2,236 = 1297,112

I² x \sqrt{t} = 336499,674 x 2,236 = 752436,146

Tabel 4. 23 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 50 Tahun

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	Log t x Log I	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	√t	I x √t	I ² x √t
5	731,710	0,699	2,864	2,002	0,489	3658,548	535398,930	2676994,648	2,236	1636,152	1197188,402
10	547,638	1,000	2,738	2,738	1,000	5476,380	299907,412	2999074,12	3,162	1731,784	948390,509
20	381,908	1,301	2,582	3,359	1,693	7638,159	145853,699	2917073,986	4,472	1707,944	652277,573
30	302,922	1,477	2,481	3,665	2,182	9087,673	91761,994	2752859,814	5,477	1659,174	502601,139
40	255,224	1,602	2,407	3,856	2,567	10208,963	65139,323	2605572,926	6,325	1614,179	411977,253
60	198,879	1,778	2,299	4,087	3,162	11932,734	39552,817	2373169,018	7,746	1540,509	306374,803
80	165,827	1,903	2,220	4,224	3,622	13266,180	27498,677	2199894,137	8,944	1483,204	245955,642
120	127,634	2,079	2,106	4,379	4,323	15316,101	16290,483	1954857,971	10,954	1398,162	178453,301
Jumlah	2711,742	11,840	19,697	28,311	19,036	76584,738	1221403,335	20479496,620	49,317	12771,109	4443218,621

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Keterangan :

I = Didapat dari tabel 4.14 Hasil Analisis Frekuensi

Log t = Log (5) = 0,699

Log I = Log (731,710) = 2,864

Log t x Log I = 0,699 x 2,864 = 2,002

Log t² = 0,699² = 0,489

t x I = 5 x 731,710 = 3658,548

I² = 731,710² = 535398,930

t x I² = 5 x 535398,930 = 2676994,648

\sqrt{t} = $\sqrt{5}$ = 2,236

I x \sqrt{t} = 731,710 x 2,236 = 1636,152

I² x \sqrt{t} = 535398,930 x 2,236 = 1197188,402

Tabel 4. 24 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 100 Tahun

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	Log t x Log I	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	√t	I x √t	I ² x √t
5	871,064	0,699	2,940	2,055	0,489	4355,318	758751,911	3793759,556	2,236	1947,758	1696620,851
10	651,936	1,000	2,814	2,814	1,000	6519,357	425020,129	4250201,289	3,162	2061,602	1344031,659
20	454,642	1,301	2,658	3,458	1,693	9092,847	206699,653	4133993,064	4,472	2033,222	924388,951
30	360,614	1,477	2,557	3,777	2,182	10818,420	130042,449	3901273,480	5,477	1975,164	712271,829
40	303,831	1,602	2,483	3,977	2,567	12153,259	92313,569	3692542,753	6,325	1921,599	583842,273
60	236,755	1,778	2,374	4,222	3,162	14205,323	56053,111	3363186,642	7,746	1833,899	434185,528
80	197,409	1,903	2,295	4,368	3,622	15792,724	38970,331	3117626,481	8,944	1765,680	348561,237
120	151,942	2,079	2,182	4,536	4,323	18233,052	23086,402	2770368,299	10,954	1664,442	252898,868
Jumlah	3228,194	11,840	20,303	29,208	19,036	91170,300	1730937,556	29022951,564	49,317	15203,367	6296801,197

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Keterangan :

I = Didapat dari tabel 4.14 Hasil Analisis Frekuensi

Log t = Log (5) = 0,699

Log I = Log (871,064) = 2,940

Log t x Log I = 0,699 x 2,940 = 2,055

Log t² = 0,699² = 0,489

t x I = 5 x 871,064 = 4355,318

I² = 871,064² = 758751,911

t x I² = 5 x 758751,911 = 3793759,556

\sqrt{t} = $\sqrt{5}$ = 2,236

I x \sqrt{t} = 871,064 x 2,236 = 1947,758

I² x \sqrt{t} = 758751,911 x 2,236 = 1696620,851

Tabel 4. 25 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang Tiga Metode

Periode Ulang Tahun (T)	Talbot		Ishiguro		Sherman		
	a	b	a	b	Log a	n	a
2	4879,987	18,134	455,800	-0,378	2,775	0,555	595,501
5	7497,201	18,134	700,253	-0,378	2,961	0,555	914,877
10	9703,429	18,134	906,319	-0,378	3,073	0,555	1184,101
20	12462,464	18,134	1164,019	-0,378	3,182	0,555	1520,784
50	15719,921	18,134	1468,272	-0,378	3,283	0,555	1918,289
100	18713,779	18,134	1747,904	-0,378	3,359	0,555	2283,627

(Sumber : Perhitungan, 2021)

1) Talbot

$$\begin{aligned}
 \text{a) } &= \frac{\Sigma (t \times I) \times \Sigma (I^2) - \Sigma (t \times I^2) \times \Sigma (I)}{N \times \Sigma (I^2) - \Sigma (I) \times \Sigma (I)} \\
 &= \frac{(23774,454) \times (117705,226) - (1973585,388) \times (841,815)}{8 \times (117705,226) - (841,815) \times (841,815)} \\
 &= 4879,987
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) } &= \frac{\Sigma (I) \times \Sigma (t \times I) - N \times \Sigma (t \times I^2)}{N \times \Sigma (I^2) - \Sigma (I) \times \Sigma (I)} \\
 &= \frac{(4879,987) \times (23774,454) - 8 \times (1973585,388)}{8 \times (117705,226) - (841,815) \times (841,815)} \\
 &= 18,134
 \end{aligned}$$

2) Ishiguro

$$\begin{aligned}
 \text{a) } &= \frac{\Sigma (I \sqrt{t}) \times \Sigma (I^2) - \Sigma (I^2 \times \sqrt{t}) \times \Sigma (I)}{N \times \Sigma (I^2) - \Sigma (I) \times \Sigma (I)} \\
 &= \frac{(3964,578) \times (117705,226) - (428187,836) \times (841,815)}{8 \times (117705,226) - (841,815) \times (841,815)} \\
 &= 455,800
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b)} &= \frac{\Sigma(I) \times \Sigma(I\sqrt{t}) - N \times \Sigma(I^2 \times \sqrt{t})}{N \times \Sigma(I^2) - \Sigma(I) \times \Sigma(I)} \\
 &= \frac{(841,815) \times (3964,578) - 8 \times (428187,836)}{8 \times (117705,226) - (841,815) \times (841,815)} \\
 &= -0,378
 \end{aligned}$$

3) *Sherman*

$$\begin{aligned}
 \text{Log a} &= \frac{\Sigma(\text{Log } I) \times \Sigma(\text{Log } t)^2 - \Sigma(\text{Log } t \times \text{Log } I) \times \Sigma(\text{Log } t)}{N \times \Sigma(\text{Log } t)^2 - \Sigma(\text{Log } t) \times \Sigma(\text{Log } t)} \\
 &= \frac{(15,633) \times (19,036) - (22,296) \times (11,840)}{8 \times (19,036) - (11,840) \times (11,840)} \\
 &= 2,775
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{a)} &= 10^{\text{Log } a} \\
 &= 10^{\text{Log } 2,775} \\
 &= 595.501
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{n)} &= \frac{\Sigma(\text{Log } I) \times \Sigma(\text{Log } t) - N \times \Sigma(\text{Log } t \times \text{Log } I)}{N \times \Sigma(\text{Log } t)^2 - \Sigma(\text{Log } t) \times \Sigma(\text{Log } t)} \\
 &= \frac{(15,633) \times (11,840) - 8 \times (22,296)}{8 \times (19,036) - (11,840) \times (11,840)} \\
 &= 0,555
 \end{aligned}$$

1) Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Talbot*

$$I = \frac{a}{t + b}$$

Tabel 4. 26 Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Talbot*

No	Durasi (menit)	Periode Ulang (mm/menit)					
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	5	210,945	324,078	419,445	538,709	679,517	808,931
2	10	173,455	266,482	344,901	442,969	558,753	665,167
3	20	127,970	196,602	254,456	326,808	412,229	490,738
4	30	101,383	155,757	201,592	258,912	326,587	388,785
5	40	83,944	128,964	166,915	214,375	270,409	321,908
6	60	62,457	95,953	124,190	159,501	201,192	239,509
7	80	49,728	76,398	98,879	126,994	160,188	190,696
8	120	35,328	54,275	70,247	90,220	113,802	135,476

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dimana :

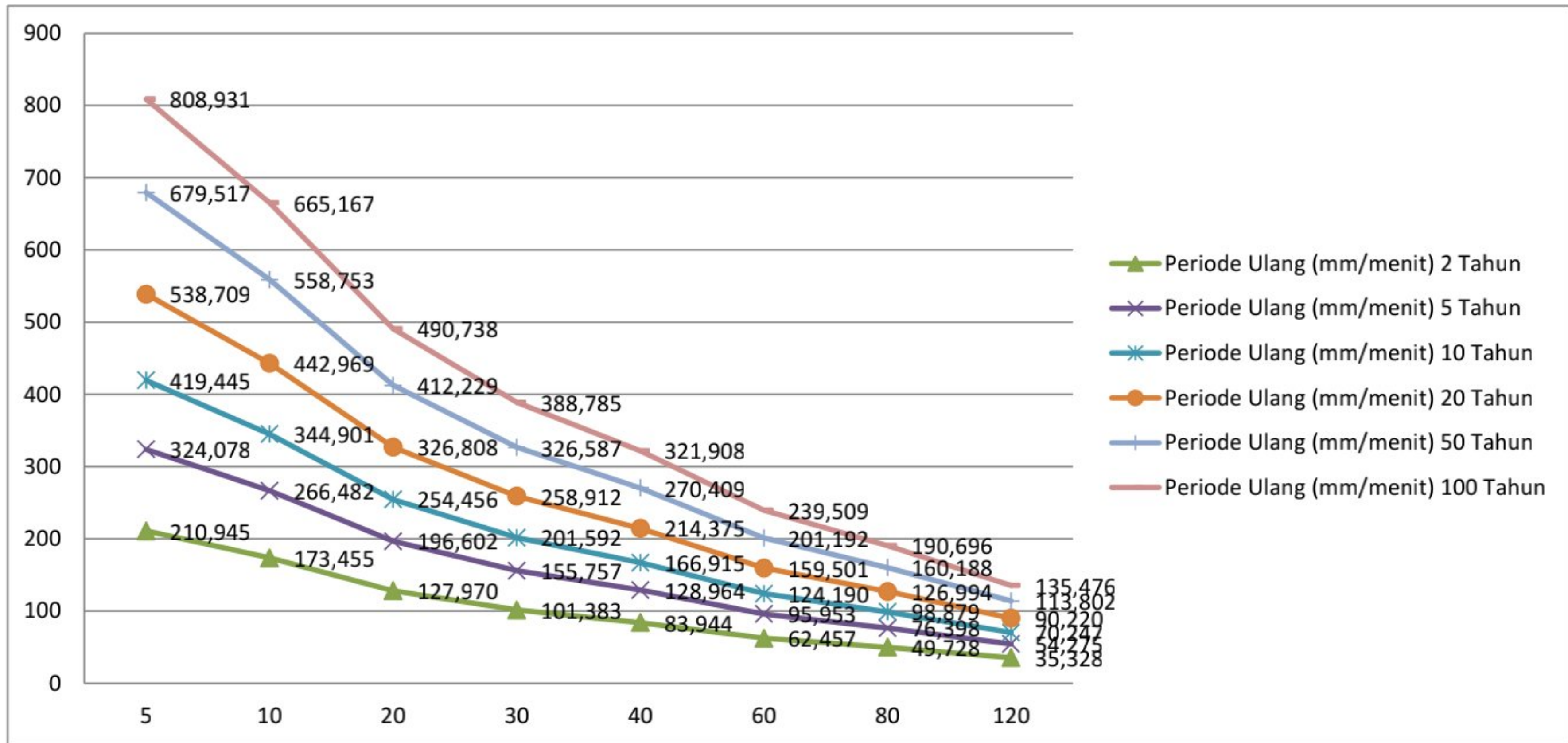
$$I = \frac{a}{t+b}$$

$$= \frac{4879,987}{5+18,134} = 210,945$$

Keterangan :

a dan b = Dari perhitungan pada tabel 4.25

t = Durasi (menit)



Gambar 4. 6 Grafik Intensitas Durasi Metode *Talbot*
 (Sumber : Perhitungan, 2021)

2) Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Ishiguro*

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}}$$

Tabel 4. 27 Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Ishiguro*

No	Durasi (menit)	Periode Ulang (mm/menit)					
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	5	245,304	376,864	487,765	626,454	790,198	940,691
2	10	163,703	251,499	325,509	418,063	527,337	627,768
3	20	111,329	171,037	221,368	284,311	358,625	426,925
4	30	89,386	137,324	177,735	228,272	287,938	342,776
5	40	76,649	117,757	152,410	195,745	246,910	293,934
6	60	61,862	95,040	123,007	157,983	199,277	237,229
7	80	53,208	81,745	105,800	135,883	171,401	204,044
8	120	43,096	66,208	85,692	110,057	138,824	165,263

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dimana :

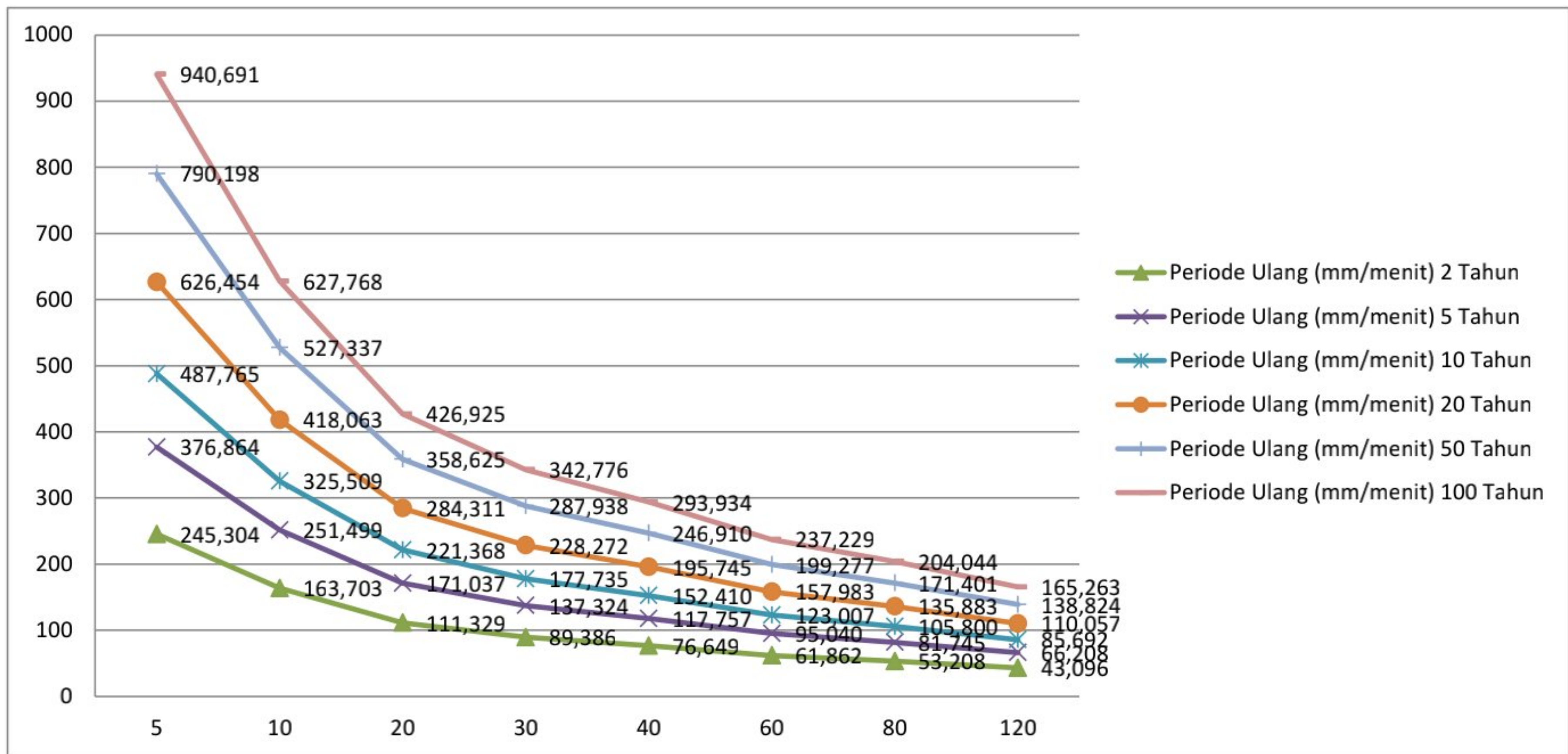
Keterangan :

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}}$$

$$= \frac{455,800}{\sqrt{5+-0,378}} = 245,304$$

a dan b = Dari perhitungan pada tabel 4.25

t = Durasi (menit)



Gambar 4. 7 Grafik Intensitas Durasi Metode *Ishiguro*

(Sumber : Perhitungan, 2021)

3) Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Sherman*

$$I = \frac{a}{t^n}$$

Tabel 4. 28 Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Sherman*

No	Durasi (menit)	Periode Ulang (mm/menit)					
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	5	243,918	374,736	485,011	622,917	785,735	935,379
2	10	166,073	255,140	330,221	424,115	534,971	636,856
3	20	113,071	173,713	224,832	288,760	364,236	433,605
4	30	90,301	138,731	179,556	230,611	290,888	346,288
5	40	76,985	118,273	153,078	196,603	247,992	295,222
6	60	61,482	94,456	122,252	157,012	198,052	235,771
7	80	52,415	80,527	104,223	133,858	168,846	201,003
8	120	41,860	64,310	83,235	106,902	134,844	160,526

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dimana :

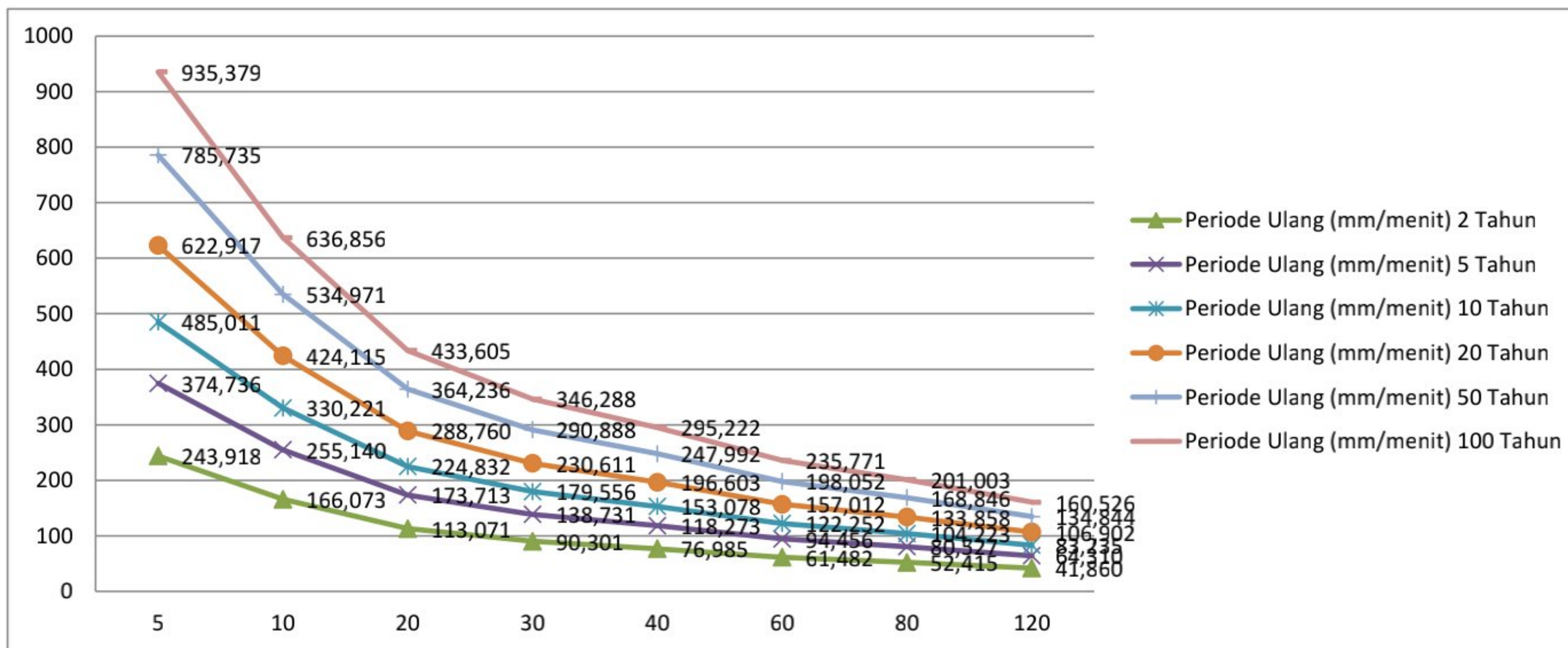
$$I = \frac{a}{t^2}$$

$$= \frac{595,501}{50,555} = 243,918$$

Keterangan :

a = Dari perhitungan pada tabel 4.25

t = Durasi (menit)



Gambar 4. 8 Grafik Intensitas Durasi Metode *Sherman*
 (Sumber : Perhitungan, 2021)

Tabel 4. 29 Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 2 Tahun

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (2 Tahun)	<i>Talbot</i>		<i>Ishiguro</i>		<i>Sherman</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	$4 = (2-3)^2$	<i>5</i>	$6 = (2-5)^2$	<i>7</i>	$8 = (2-7)^2$
1	5	227,147	210,945	262,514	245,304	329,668	243,918	281,281
2	10	170,005	173,455	11,905	163,703	39,718	166,073	15,464
3	20	118,557	127,970	88,598	111,329	52,243	113,071	30,094
4	30	94,037	101,383	53,967	89,386	21,638	90,301	13,957
5	40	79,230	83,944	22,220	76,649	6,662	76,985	5,041
6	60	61,739	62,457	0,516	61,862	0,015	61,482	0,066
7	80	51,478	49,728	3,064	53,208	2,994	52,415	0,878
8	120	39,622	35,328	18,438	43,096	12,067	41,860	5,010
Jumlah				461,222		465,004		351,790
Standar Deviasi				7,527		7,558		6,555

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dimana :

Pi (2) = Didapat dari tabel 4.14

Ishiguro (5) = Didapat dari tabel 4.27

Talbot (3) = Didapat dari tabel 4.26

Sherman (7) = Didapat dari tabel 4.28

Tabel 4. 30 Perhitungan Standard Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 5 Tahun

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (2 Tahun)	<i>Talbot</i>		<i>Ishiguro</i>		<i>Sherman</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	$4 = (2-3)^2$	<i>5</i>	$6 = (2-5)^2$	<i>7</i>	$8 = (2-7)^2$
1	5	348,970	324,078	619,604	376,864	778,103	374,736	663,897
2	10	261,182	266,482	28,098	251,499	93,745	255,140	36,499
3	20	182,141	196,602	209,114	171,037	123,307	173,713	71,031
4	30	144,471	155,757	127,377	137,324	51,071	138,731	32,941
5	40	121,722	128,964	52,444	117,757	15,724	118,273	11,898
6	60	94,850	95,953	1,217	95,040	0,036	94,456	0,155
7	80	79,087	76,398	7,232	81,745	7,066	80,527	2,073
8	120	60,872	54,275	43,519	66,208	28,481	64,310	11,825
Jumlah				1088,606		1097,533		830,319
Standar Deviasi				11,622		11,670		10,139

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dimana :

Pi (2) = Didapat dari tabel 4.14

Ishiguro (5) = Didapat dari tabel 4.27

Talbot (3) = Didapat dari tabel 4.26

Sherman (7) = Didapat dari tabel 4.28

Tabel 4. 31 Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 10 Tahun

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (2 Tahun)	<i>Talbot</i>		<i>Ishiguro</i>		<i>Sherman</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	$4 = (2-3)^2$	<i>5</i>	$6 = (2-5)^2$	<i>7</i>	$8 = (2-7)^2$
1	5	451,662	419,445	1037,926	487,765	1303,435	485,011	1112,124
2	10	338,040	344,901	47,068	325,509	157,037	330,221	61,141
3	20	235,740	254,456	350,296	221,368	206,557	224,832	118,986
4	30	186,985	201,592	213,375	177,735	85,552	179,556	55,181
5	40	157,542	166,915	87,852	152,410	26,339	153,078	19,931
6	60	122,762	124,190	2,038	123,007	0,060	122,252	0,260
7	80	102,360	98,879	12,115	105,800	11,836	104,223	3,472
8	120	78,785	70,247	72,901	85,692	47,710	83,235	19,809
Jumlah				1823,571		1838,526		1390,903
Standar Deviasi				15,065		15,127		13,148

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dimana :

Pi (2) = Didapat dari tabel 4.14

Ishiguro (5) = Didapat dari tabel 4.27

Talbot (3) = Didapat dari tabel 4.26

Sherman (7) = Didapat dari tabel 4.28

Tabel 4. 32 Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 20 Tahun

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (2 Tahun)	<i>Talbot</i>		<i>Ishiguro</i>		<i>Sherman</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	$4 = (2-3)^2$	<i>5</i>	$6 = (2-5)^2$	<i>7</i>	$8 = (2-7)^2$
1	5	580,086	538,709	1712,079	626,454	2150,041	622,917	1834,469
2	10	434,157	442,969	77,640	418,063	259,035	424,115	100,853
3	20	302,770	326,808	577,820	284,311	340,720	288,760	196,270
4	30	240,151	258,912	351,966	228,272	141,120	230,611	91,022
5	40	202,337	214,375	144,913	195,745	43,447	196,603	32,876
6	60	157,668	159,501	3,363	157,983	0,099	157,012	0,430
7	80	131,465	126,994	19,984	135,883	19,524	133,858	5,727
8	120	101,186	90,220	120,251	110,057	78,698	106,902	32,675
Jumlah				3008,016		3032,683		2294,322
Standar Deviasi				19,365		19,444		16,905

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dimana :

Pi (2) = Didapat dari tabel 4.14

Ishiguro (5) = Didapat dari tabel 4.27

Talbot (3) = Didapat dari tabel 4.26

Sherman (7) = Didapat dari tabel 4.28

Tabel 4. 33 Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 50 Tahun

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (2 Tahun)	<i>Talbot</i>		<i>Ishiguro</i>		<i>Sherman</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	$4 = (2-3)^2$	<i>5</i>	$6 = (2-5)^2$	<i>7</i>	$8 = (2-7)^2$
1	5	731,710	679,517	2724,060	790,198	3420,894	785,735	2918,793
2	10	547,638	558,753	123,532	527,337	412,146	534,971	160,465
3	20	381,908	412,229	919,359	358,625	542,113	364,236	312,282
4	30	302,922	326,587	560,008	287,938	224,533	290,888	144,824
5	40	255,224	270,409	230,569	246,910	69,128	247,992	52,309
6	60	198,879	201,192	5,350	199,277	0,158	198,052	0,684
7	80	165,827	160,188	31,797	171,401	31,064	168,846	9,112
8	120	127,634	113,802	191,329	138,824	125,215	134,844	51,988
Jumlah				4786,003		4825,251		3650,457
Standar Deviasi				24,439		24,539		21,338

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dimana :

Pi (2) = Didapat dari tabel 4.14

Ishiguro (5) = Didapat dari tabel 4.27

Talbot (3) = Didapat dari tabel 4.26

Sherman (7) = Didapat dari tabel 4.28

Tabel 4. 34 Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 100 Tahun

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (2 Tahun)	<i>Talbot</i>		<i>Ishiguro</i>		<i>Sherman</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	$4 = (2-3)^2$	<i>5</i>	$6 = (2-5)^2$	<i>7</i>	$8 = (2-7)^2$
1	5	871,064	808,931	3860,459	940,691	4847,992	935,379	4136,430
2	10	651,936	665,167	175,065	627,768	584,082	636,856	227,406
3	20	454,642	490,738	1302,889	426,925	768,267	433,605	442,557
4	30	360,614	388,785	793,627	342,776	318,202	346,288	205,241
5	40	303,831	321,908	326,756	293,934	97,967	295,222	74,130
6	60	236,755	239,509	7,582	237,229	0,224	235,771	0,969
7	80	197,409	190,696	45,061	204,044	44,022	201,003	12,914
8	120	151,942	135,476	271,146	165,263	177,451	160,526	73,676
Jumlah				10021,215		6838,207		5173,322
Standar Deviasi				35,379		29,219		25,410

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dimana :

Pi (2) = Didapat dari tabel 4.14

Ishiguro (5) = Didapat dari tabel 4.27

Talbot (3) = Didapat dari tabel 4.26

Sherman (7) = Didapat dari tabel 4.28

Tabel 4. 35 Rekapitulasi Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Untuk Berbagai Periode Ulang (Tahun)

No	Periode Ulang (Tahun)	<i>Metode Talbot</i>	<i>Metode Ishiguro</i>	<i>Metode Sherman</i>
1	2	7,527	7,558	6,555
2	5	11,622	11,670	10,139
3	10	15,065	15,127	13,148
4	20	19,365	19,444	16,905
5	50	24,439	24,539	21,338
6	100	35,379	29,219	25,410

(Sumber : Perhitungan, 2021)

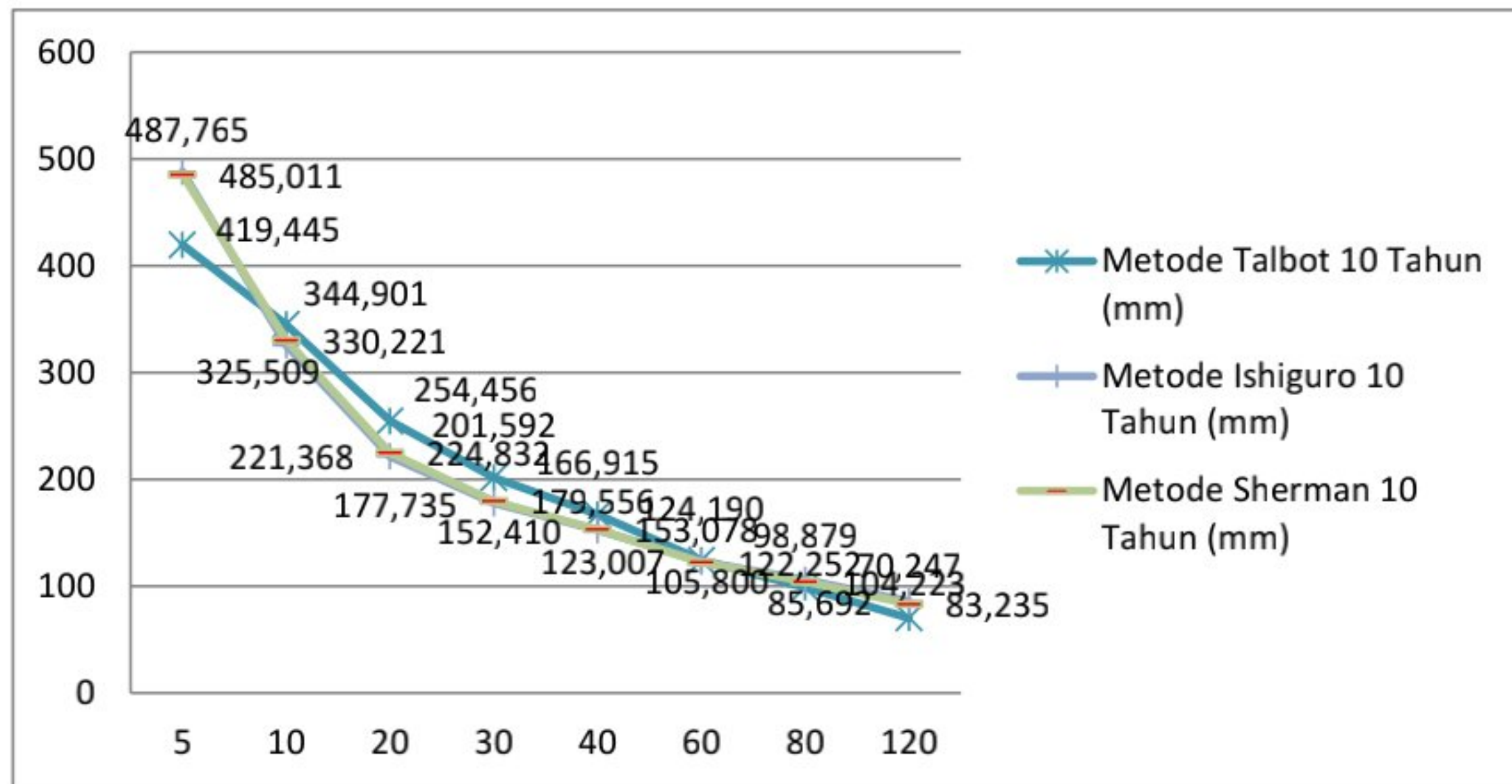
Catatan :

Dari analisis data diatas dapat dipilih rumus sebagai persamaan regresi intensitas hujan rencana adalah rumus yang mempunyai standar deviasi terkecil. Dapat disimpulkan bahwa rumus yang sesuai untuk menentukan *Kurve IDF* dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun adalah rumus dari ***Metode Sherman***.

Tabel 4. 36 Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Durasi Tiga Metode

No	Durasi (menit)	<i>Metode Talbot</i> 10 Tahun (mm)	<i>Metode Ishiguro</i> 10 Tahun (mm)	<i>Metode Sherman</i> 10 Tahun (mm)
1	5	419,445	487,765	485,011
2	10	344,901	325,509	330,221
3	20	254,456	221,368	224,832
4	30	201,592	177,735	179,556
5	40	166,915	152,410	153,078
6	60	124,190	123,007	122,252
7	80	98,879	105,800	104,223
8	120	70,247	85,692	83,235

(Sumber : Perhitungan, 2021)



Gambar 4. 9 Grafik Intensitas Durasi Tiga Metode

(Sumber : Perhitungan, 2021)

4.5 Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran

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

Tabel 4. 37 Kemiringan Saluran dan Kecepatan Aliran

Kemiringan Rata-rata Dasar Saluran %	Kecepatan Rata-rata (m/detik)
< 1	0,40
1 - 2	0,60
2 - 4	0,90
4 - 6	1,20
6 - 10	1,50
10 - 15	2,40

(Sumber : Wesli, 2008)

Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (S_o) untuk saluran ketinggian didapat yang tertinggi 1,3 meter dan terendah 1,2 meter, maka $V =$ kontur tanah tertinggi - kontur tanah terendah = $1,3 - 1,2 = 0,1$ cm. Karena beda tinggi kontur tanah meter, maka kecepatan aliran (V) 0.90 m/detik.

Dengan panjang saluran drainase *existing* = 300 meter

$$S_o = \frac{1,3-1,2}{300} = 0,0003$$

4.6 Mencari Koefisien Pengaliran

Berdasarkan hasil survey dilokasi maka dapat disimpulkan bahwa Perumahan Mawar Asri Kel. Bagan Pete Kota Jambi termasuk Perumahan Kerapatan Sedang. Maka untuk besarnya nilai koefisien pengaliran (C) diambil sesuai zona, disini penulis mengambil nilai sebesar 0,55. Koefisien pengaliran tersebut didapat dari tabel 4.38.

Tabel 4. 38 Koefisien Pengaliran (C)

Daerah	Koefisien aliran (C)
Perumahan tidak begitu rapat	0,25 - 0,40
Perumahan kerapatan sedang	0,40 - 0,70
Perumahan rapat	0,70 - 0,80
Taman dan daerah rekreasi	0,20 - 0,30
Daerah industry	0,80 - 0,90
Daerah perniagaan	0,90 - 0,95

(Sumber : Wesli, 2008)

$$\frac{0,40 + 0,70}{2} = \frac{1,10}{2} = 0,55$$

4.6.1 Perhitungan Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling terjauh menuju ke titik control yang ditentukan di bagian hilir hulu suatu aliran. Rumus yang dipakai untuk menentukan nilai perhitungan waktu konsentrasi yaitu rumus *empiris*, salah satunya adalah rumus *kirpich*, seperti berikut ini :

$$\begin{aligned}
 T_o &= \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{I_s}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,77} \\
 &= \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{300}{\sqrt{0,0003}} \right)^{0,77} \\
 &= 0,596
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_d &= \frac{I_t}{3600 \times V} \\
 &= \frac{300}{3600 \times 0,90} \\
 &= 0,092 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_c &= \left(\frac{0,87 \times I_s^2}{1000 \times S_o} \right)^{0,385} \\
 &= \left(\frac{0,87 \times 0,300^2}{1000 \times 0,0003} \right)^{0,385} \\
 &= 0,596 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s &= \frac{2 T_c}{2 \cdot T_c + T_d} \\
 &= \frac{2 (0,596)}{2 \cdot (0,596) + 0,092} \\
 &= 0,928
 \end{aligned}$$

$$X_t = 124,190$$

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{T_c} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{124,190}{24} \times \left(\frac{24}{0,154} \right)^{\frac{2}{3}} = 60,793 \text{ mm/jam}$$

4.7 Perhitungan Debit Rencana

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

$$\text{Dengan } A_i = 0,4 \text{ Km}^2$$

$$\text{Nilai } I_t = 60,793 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Nilai } \Sigma A_i C_i = 0,220 \text{ Km}^2$$

Dimasukan kedalam persamaan dibawah, maka akan diperoleh debit rencana sebesar :

$$\begin{aligned} Q_T &= 0,278 \times I \times A_i \times C_i \\ &= 0,278 \times I \times (A_i C_i) \\ &= 0,278 \times 60,793 \times 0,220 \\ &= 3,718 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Keterangan :

$$Q_T = \text{Debit Rencana (m}^3/\text{detik)}$$

$$C = \text{Koefisien Pengaliran}$$

$$I = \text{Intensitas Curah Hujan (mm/jam)}$$

$$A = \text{Luas Daerah Pengaliran (Km}^2 \text{)}$$

4.8 Nilai Koefisien *Manning*

Nilai koefisien *Manning* didapat berdasarkan pada perhitungan dan diambil nilai koefisien *Manning* adalah 0,022 karena bahan saluran drainase adalah saluran tanah bersih.

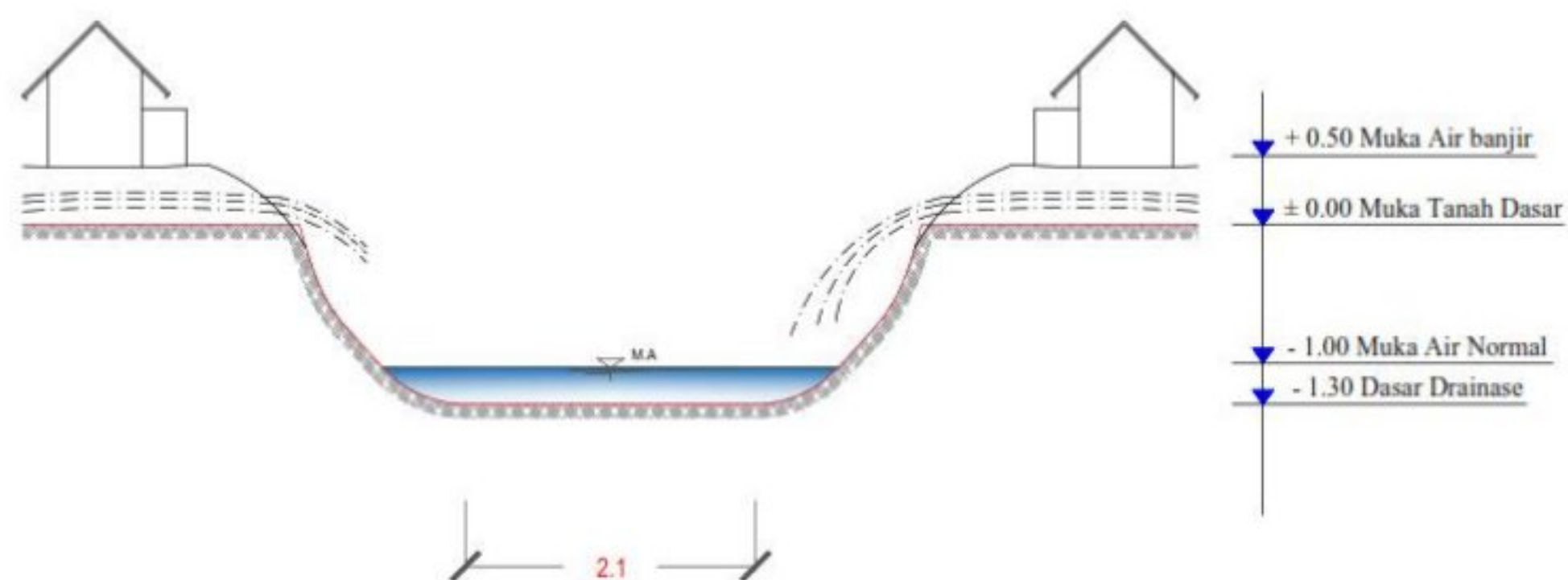
Tabel 4. 39 Koefisien Manning

Bahan	Koefisien <i>Manning</i> (<i>n</i>)
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah bersih	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu cadas	0,040

(Sumber : Wesli, 2008)

4.9 Analisa Kapasitas Penampang Saluran Drainase Existing

4.9.1 Penampang Trapesium



Gambar 4. 10 Penampang Trapesium

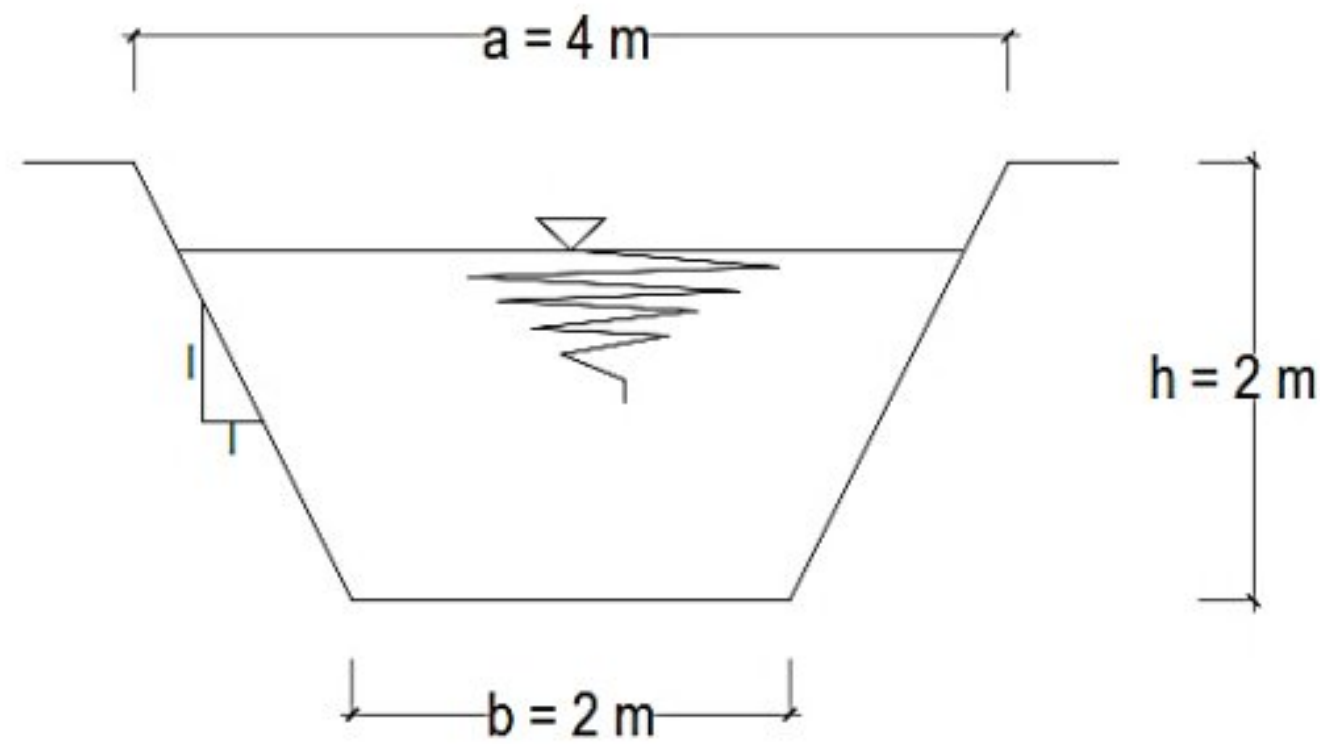
(Sumber : Perhitungan, 2021)

$$\begin{aligned}
1. \text{ Luas Penampang (A)} &= (b + m \cdot h) \cdot h \\
&= (2 + 1 \times 1,3) \times 1,3 \\
&= 4,29 \text{ m}^2 \\
2. \text{ Keliling Basah (P)} &= b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{m^2 + 1} \\
&= 2 + 2 \times 1,3 \sqrt{1^2 + 1} \\
&= 5,677 \text{ m} \\
3. \text{ Jari - jari Hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} \\
&= \frac{4,29}{5,677} \\
&= 0,755 \text{ m} \\
4. \text{ Kemiringan (So)} &= \frac{\text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah}}{\text{jarak}} \\
&= \frac{1,300 - 1,200}{300} = 0,0003 \text{ m} \\
5. \text{ Kecepatan Aliran (V)} &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \\
&= \frac{1}{0,022} \times 0,755^{2/3} \times 0,0003^{1/2} \\
&= 0,652 \text{ m/detik} \\
6. \text{ Debit Saluran (Qsaluran)} &= A \times V > Q_T \\
&= 4,29 \times 0,652 > 3,718 \text{ m}^3/\text{detik} \\
&= 2,797 \text{ m}^3/\text{detik} > 3,718 \text{ m}^3/\text{detik}
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan check debit control didapat Debit Saluran (Q_S) = $2,797 \text{ m}^3/\text{detik}$ lebih kecil dari Debit Rencana (Q_T) = $3,718 \text{ m}^3/\text{detik}$ maka tidak aman.

4.10 Analisa Kapasitas Penampang Saluran Drainase Rencana

4.10.1 Penampang Trapesium



Gambar 4. 11 Penampang Trapesium

(Sumber : Perhitungan, 2021)

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Luas Penampang (A)} &= (b + m \cdot h) \cdot h \\
 &= (2 + 1 \times 2) \times 2 \\
 &= 8 \text{ m}^2 \\
 \\
 2. \text{ Keliling Basah (P)} &= b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{m^2 + 1} \\
 &= 2 + 2 \times 2 \cdot \sqrt{1^2 + 1} \\
 &= 7,656 \text{ m} \\
 \\
 3. \text{ Jari - jari Hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{8}{7,656} \\
 &= 1,044 \text{ m} \\
 \\
 4. \text{ Kemiringan (So)} &= \frac{\text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah}}{\text{jarak}} \\
 &= \frac{1,300 - 1,200}{300} = 0,0003 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5. \text{ Kecepatan Aliran (V)} &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0,022} \times 1,044^{2/3} \times 0,0003^{1/2} \\
 &= 0,810 \text{ m/detik} \\
 6. \text{ Debit Saluran (Qsaluran)} &= A \times V > Q_T \\
 &= 8 \times 0,810 > 3,718 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 6,480 \text{ m}^3/\text{detik} \leq 3,718 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan check debit control didapat Debit Saluran (Q_S) = 6,480 m^3/detik lebih kecil dari Debit Rencana (Q_T) = 3,718 m^3/detik maka aman.

4.11 Analisa Kapasitas Penampang Drainase Menggunakan HEC-RAS

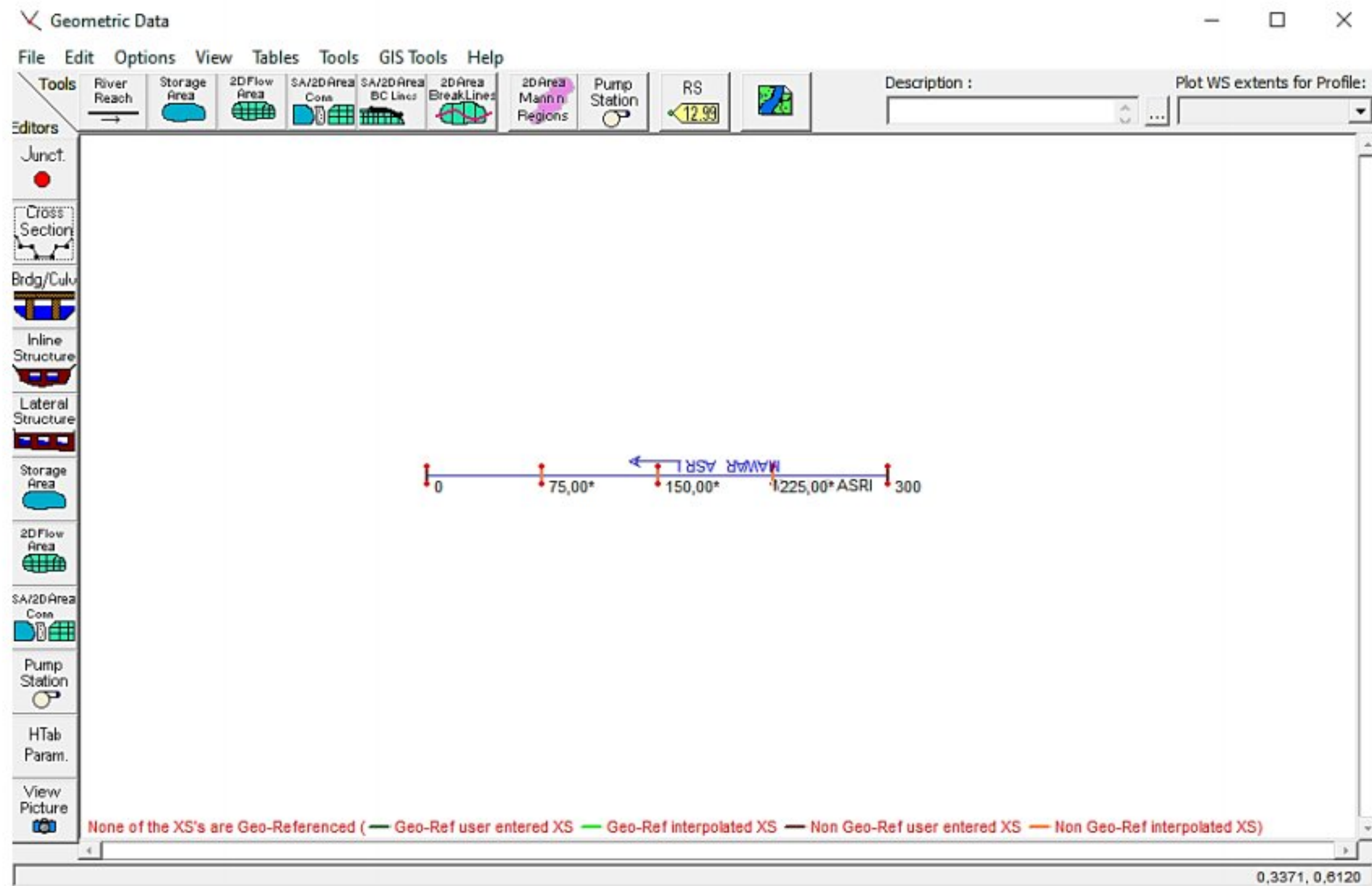
4.11.1 Pembuatan File Project

Untuk membuat *File Project* yaitu klik *menu file* → *new project*, tulis judul proyek kemudian tekan OK.

4.11.2 Geometri Saluran

➤ Alur Saluran

Untuk membuat skema saluran Drainase yaitu dengan cara *klik edit* → *geometric data*. Klik menu *River Reach* kemudian buat skema saluran dengan cara mengklik titik sepanjang alur saluran yang diinginkan. Alur saluran harus di buat dari hulu ke hilir

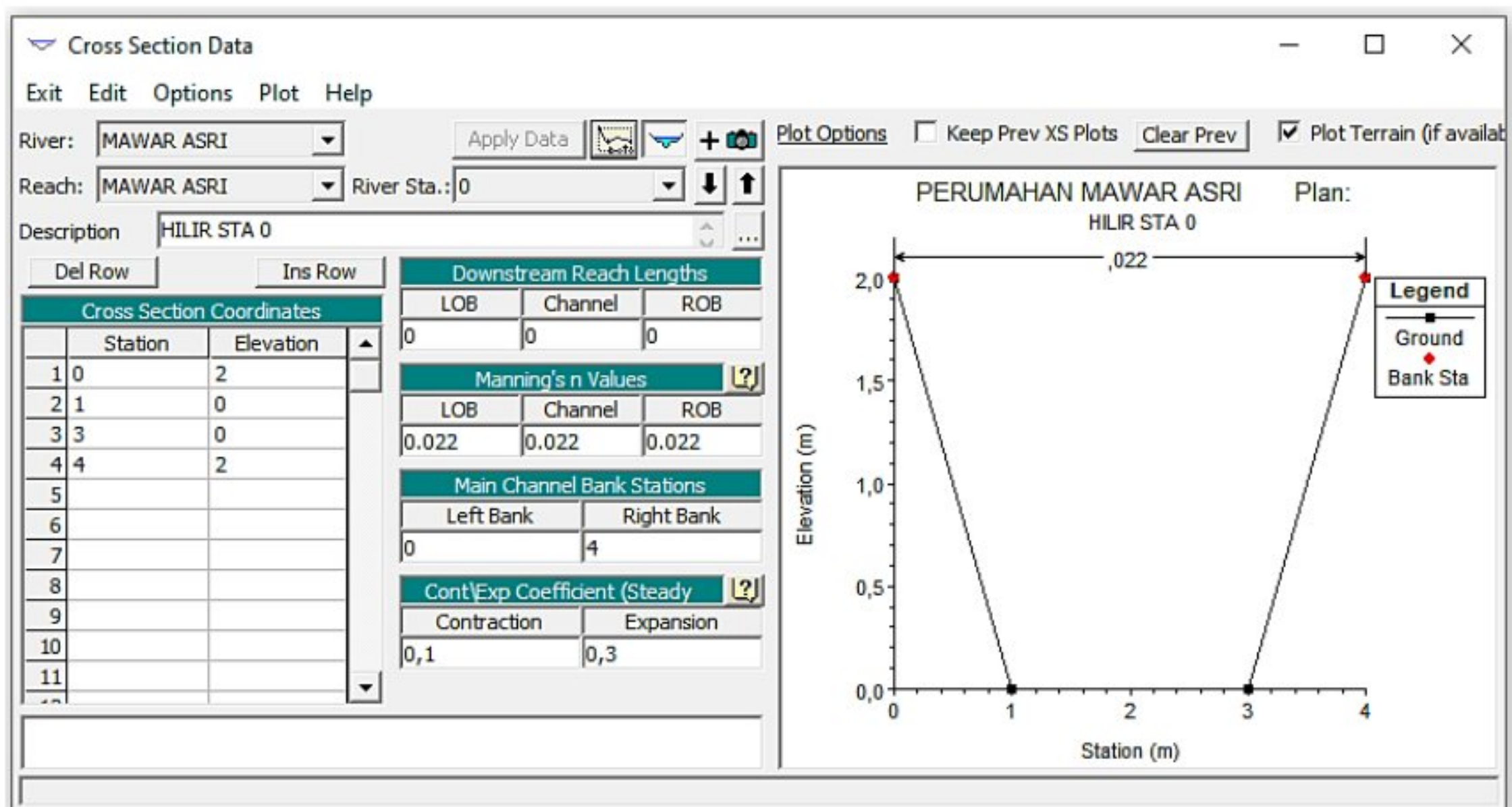


Gambar 4. 12 Skema Saluran Drainase

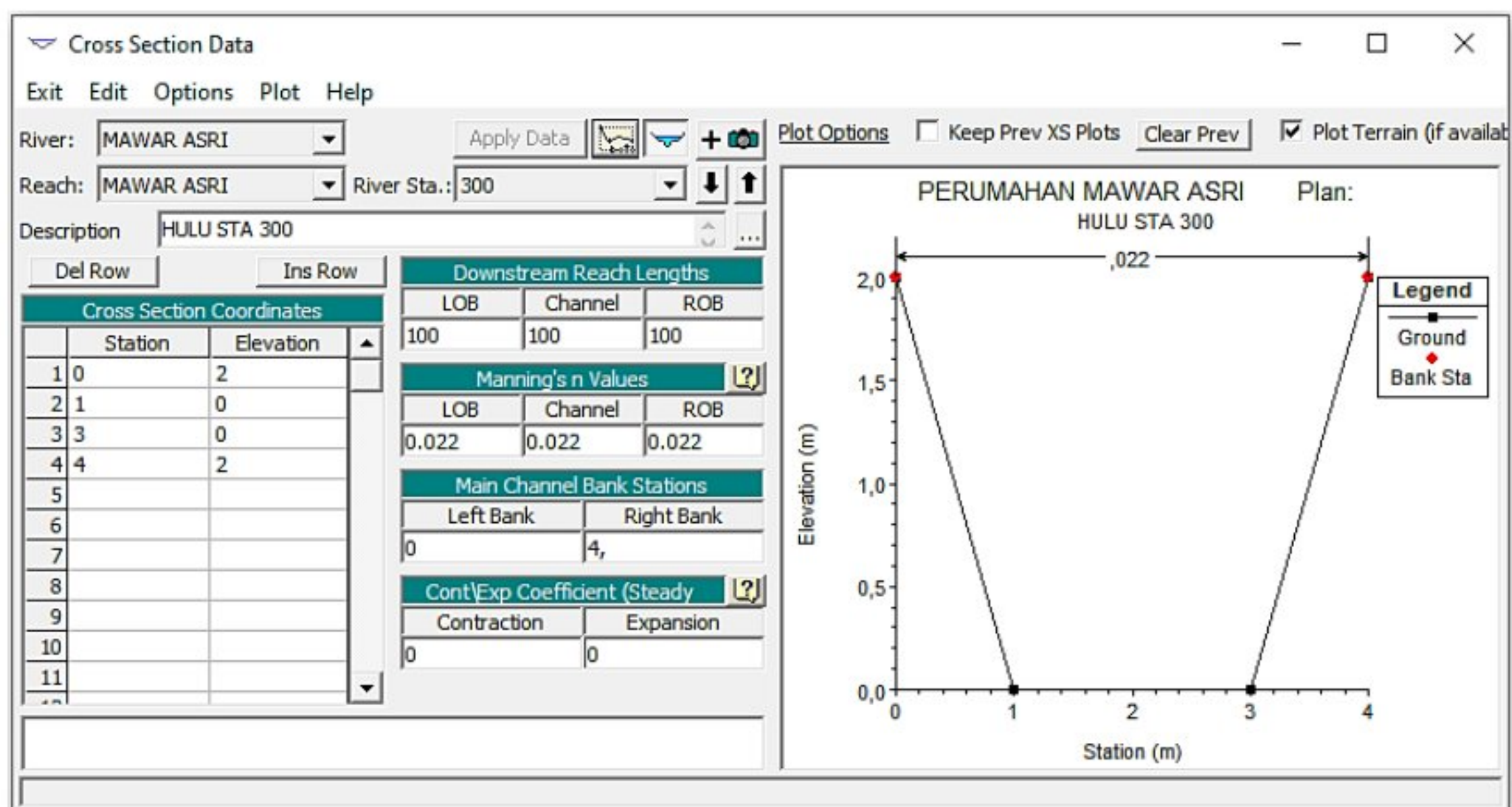
(Sumber : Perhitungan, 2021)

➤ Tampak Melintang

Selanjutnya yaitu penulisan data tampak melintang. Dengan cara klik *Cross Section*, kemudian klik *Options* → *Add a new cross section* tulis nilai STA 0 lalu klik OK. Kemudian masukan nilai yang tertera seperti pada gambar. masukan data tampak melintang untuk STA 0 dan STA 300.



Gambar 4. 13 Layar Editor Tampak Melintang Setelah Diberi Nilai Untuk STA 0
(Sumber : Perhitungan, 2021)



Gambar 4. 14 Layar Editor Tampak Melintang Setelah Diberi Nilai Untuk STA
300
(Sumber : Perhitungan, 2021)

4.11.3 Simulasi Aliran *Steady Flow*

➤ Input Nilai Debit

Untuk input nilai debit aliran *steady flow* . klik menu *bar edit* lalu klik sub menu *steady flow* data menginput nilai debit rencana yang sudah dihitung sebesar 3,718 m³/detik.

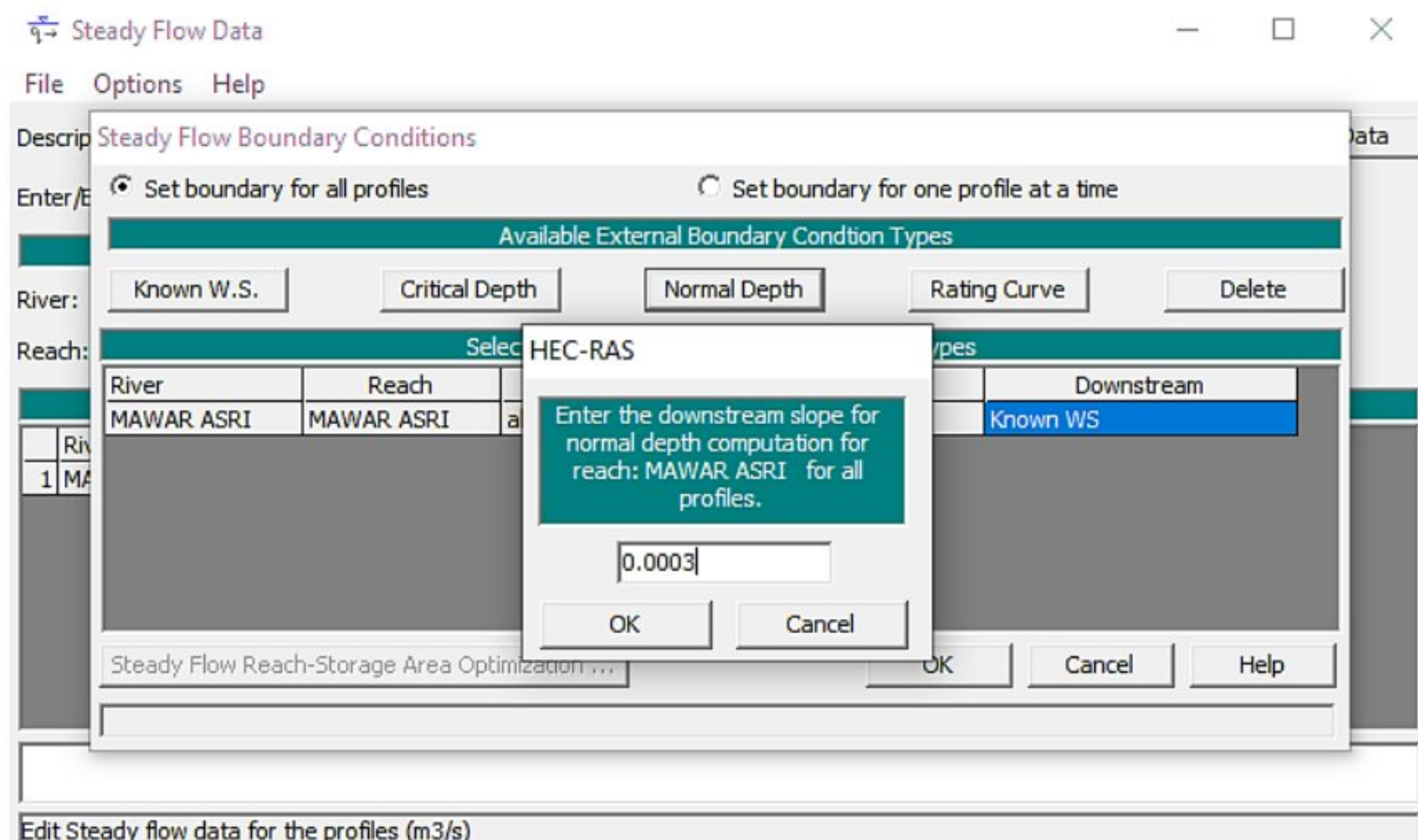
Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates	
River	Reach	RS	PF 1	
1 MAWAR ASRI	MAWAR ASRI	300	3.718	

Gambar 4. 15 Penginputan Nilai Debit

(Sumber : Perhitungan, 2021)

➤ Input Nilai Kemiringan

Menginput nilai kemiringan yang sudah dihitung pada kolom *Downstream* yaitu 0,0003, klik *Reach Boundary Conditions* kemudian pilih *Normal Depth* lalu klik *Apply Data*.



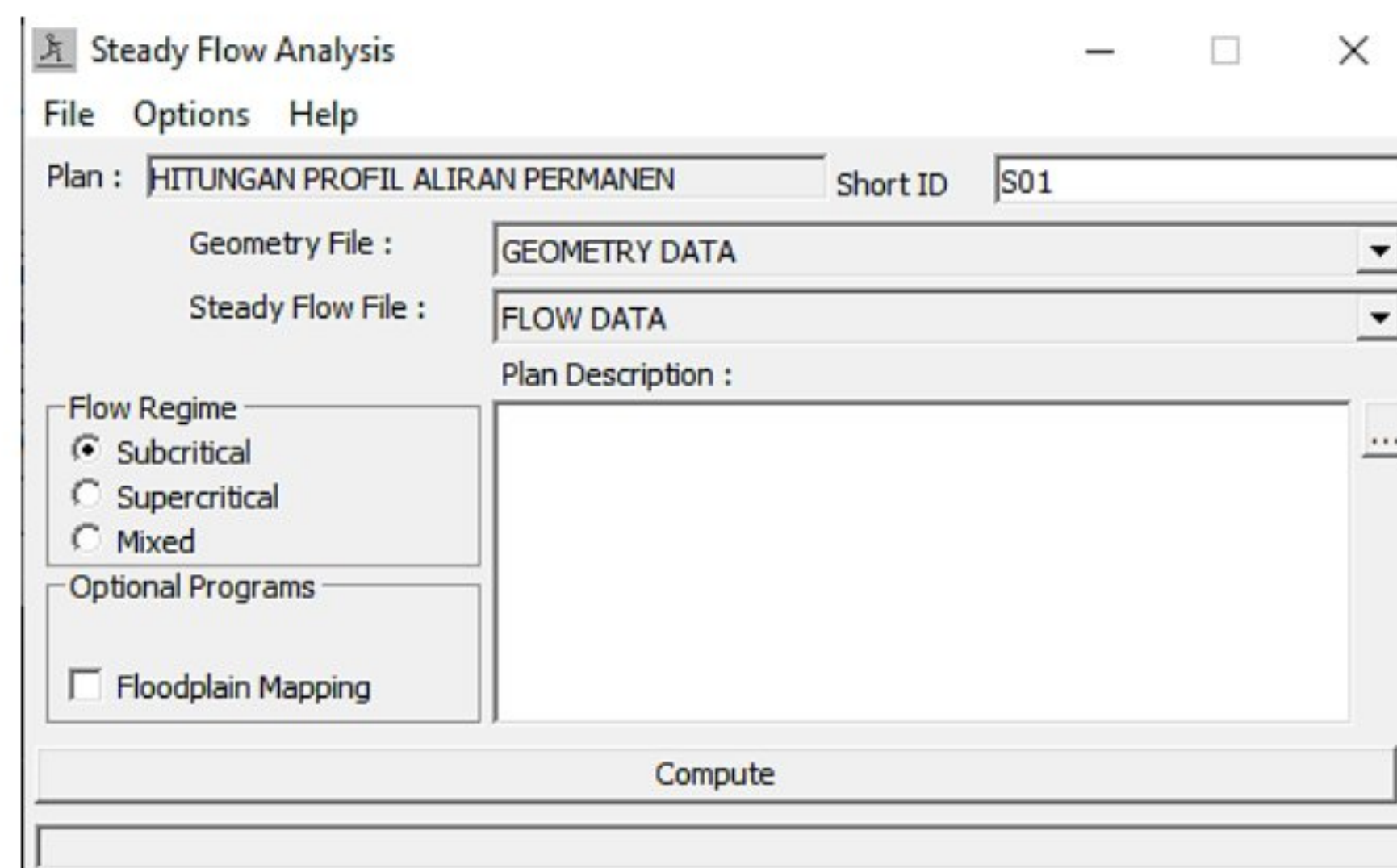
Gambar 4. 16 Penginputan Nilai Kemiringan

(Sumber : Perhitungan, 2021)

➤ *Run Analisis Steady Flow*

Setelah data tersimpan selanjutnya di analisis oleh program

dengan cara klik *Run* → *SteadyFlow Analisis* → *compute*.



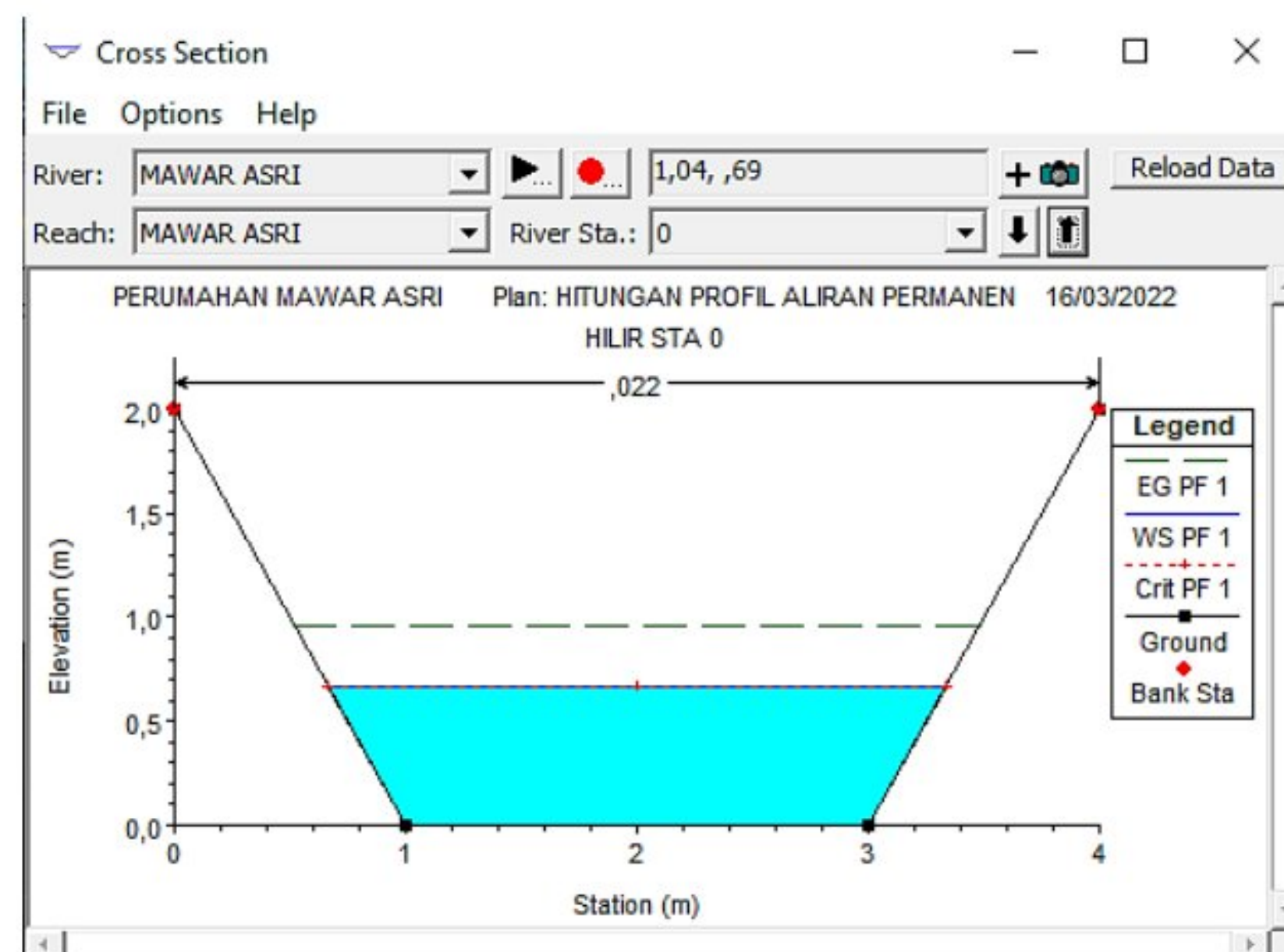
Gambar 4. 17 Hitungan Aliran Permanen

(Sumber : Perhitungan, 2021)

4.11.4 Presentasi Hasil Hitungan di Sebuah Tampak Melintang

Pilih menu *View* → *Cross Section*

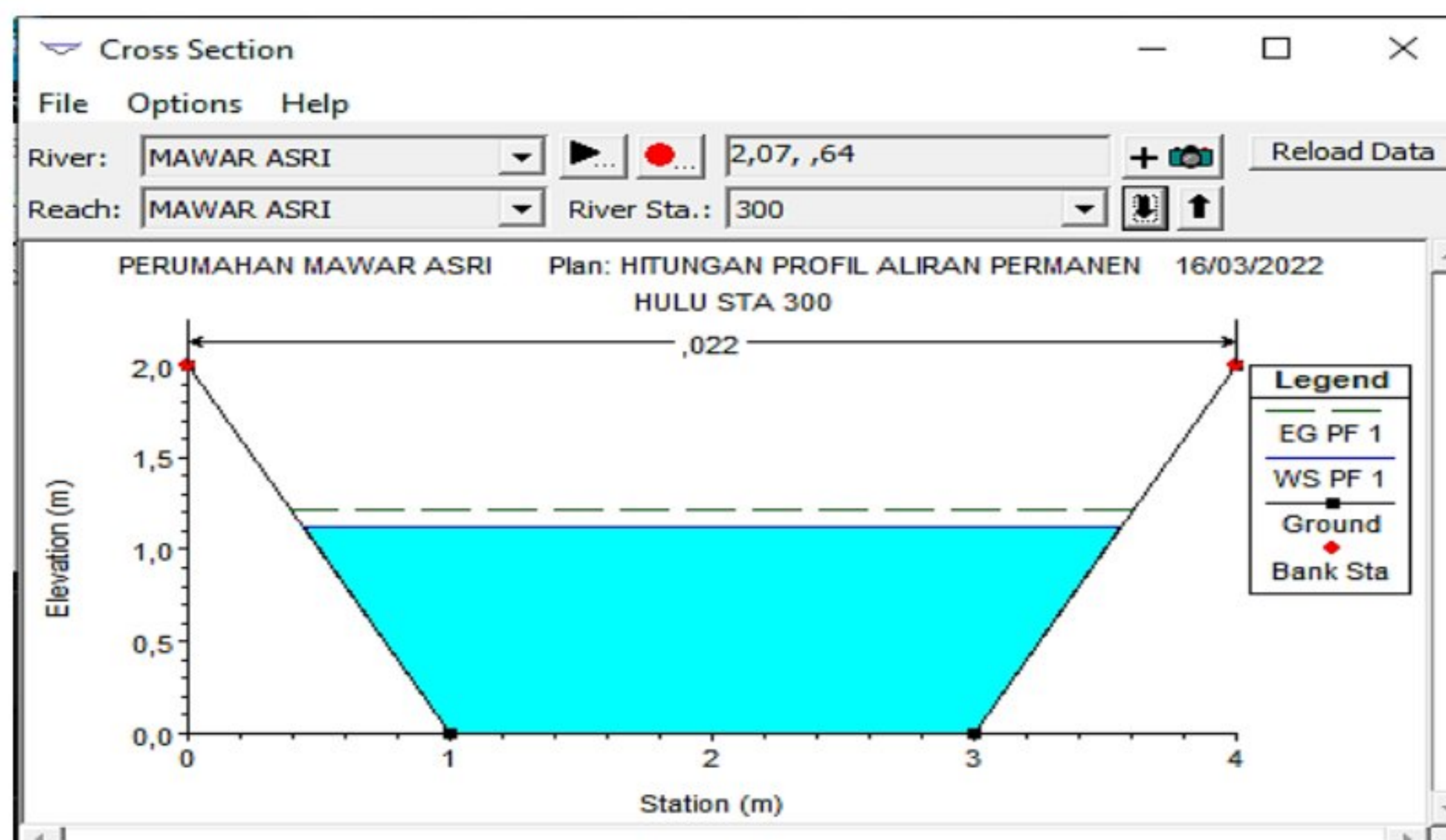
➤ Presentasi Hasil Hitungan Untuk STA 0



Gambar 4. 18 Tampilan *Cross Section* STA 0

(Sumber : Perhitungan, 2021)

➤ Presentasi Hasil Hitungan Untuk STA 300

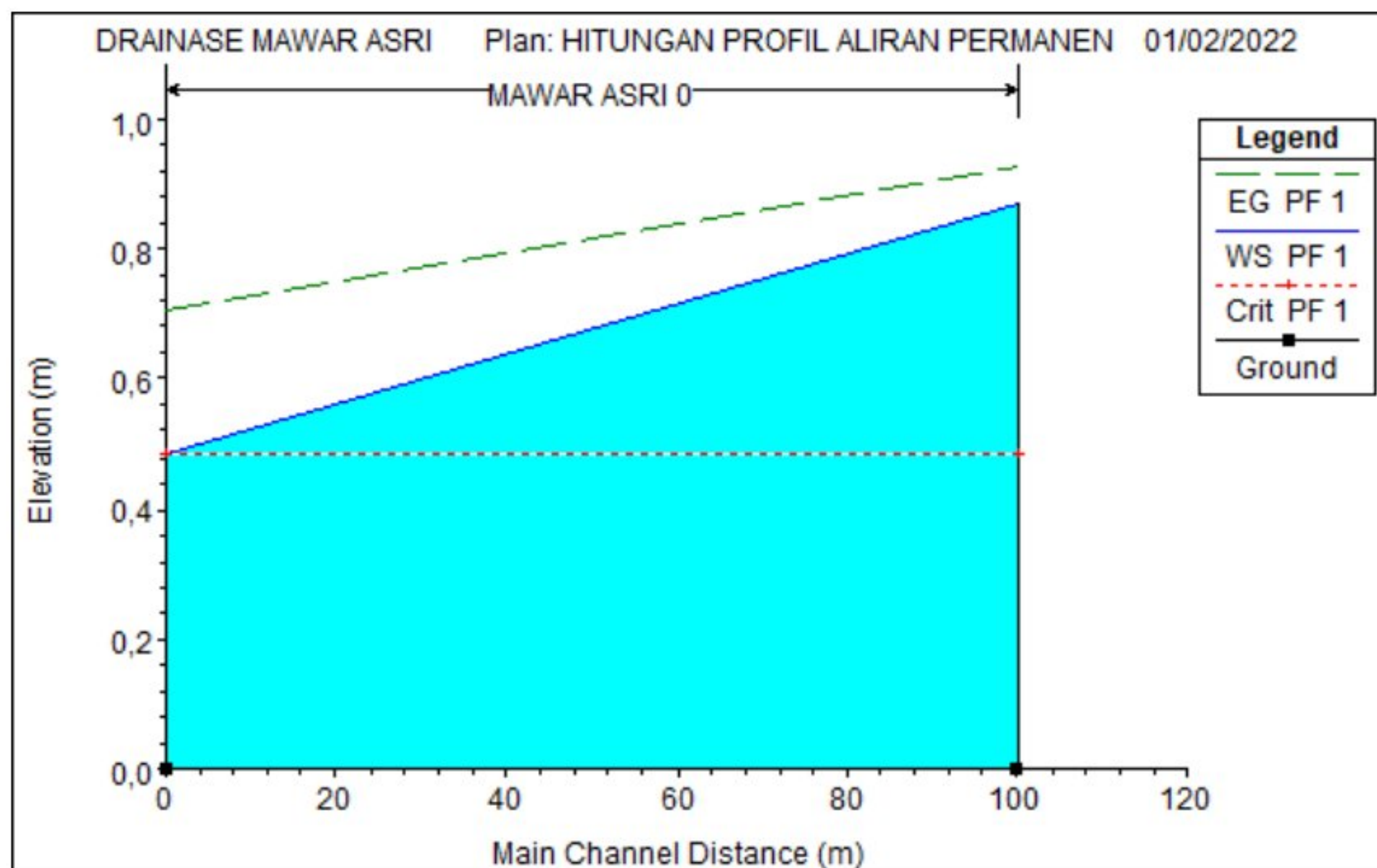


Gambar 4. 19 Tampilan *Cross Section* STA 300

(Sumber : Perhitungan, 2021)

4.11.5 Presentasi Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Drainase

Pilih menu *View* → *Water Surface Profile*



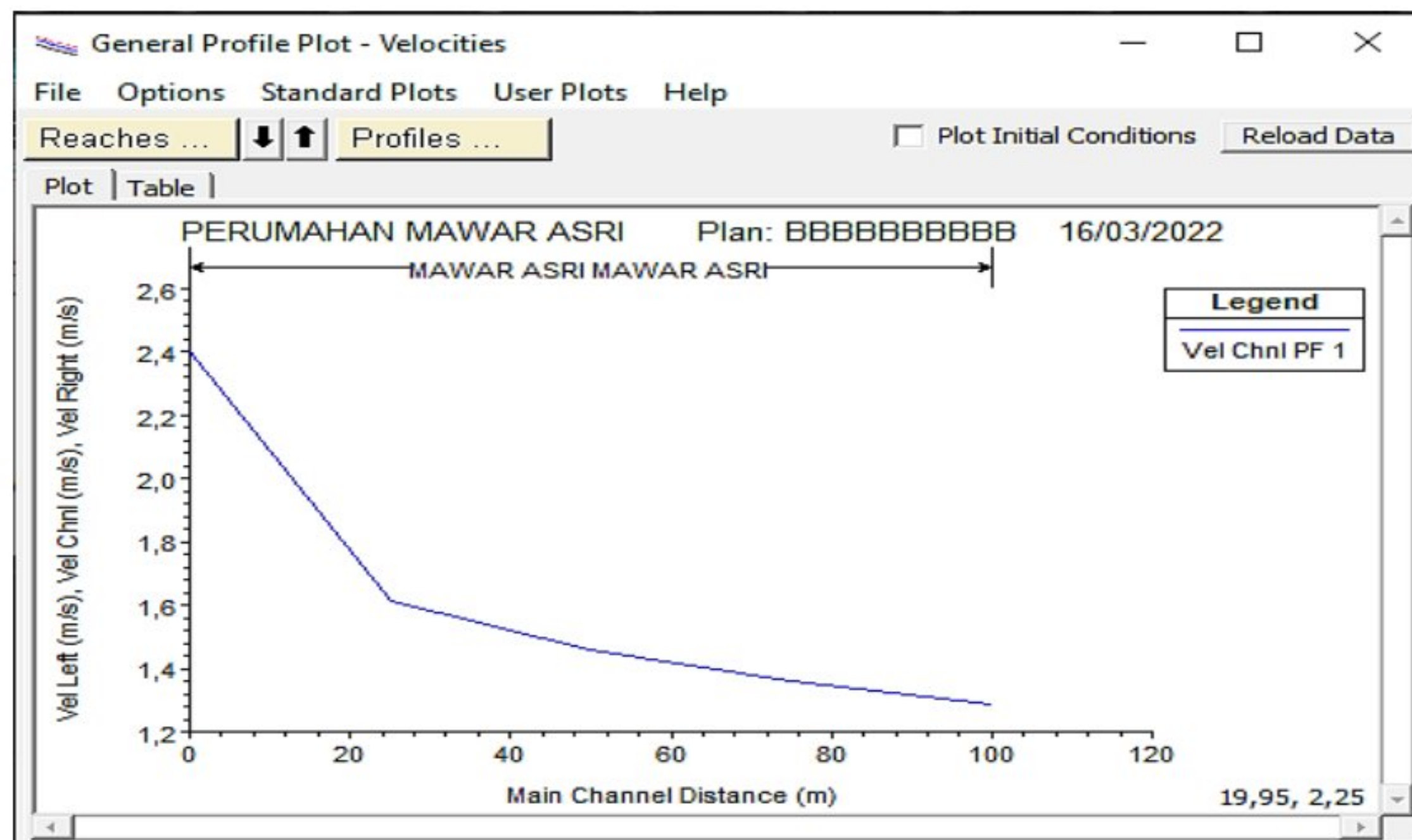
Gambar 4. 20 Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Drainase

(Sumber : Perhitungan, 2021)

4.11.6 Presentasi Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur

Alur

Klik *View* → *General Profile Plot*



Gambar 4. 21 Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur

(Sumber : Perhitungan, 2021)

Dari Output Program HEC-RAS kondisi Rencana Saluran Drainase Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete dengan debit kala waktu ulang 10 tahun mampu menampung debit yang ada, sehingga tidak terjadi banjir lagi di Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete tersebut.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan dari pembahasan di atas didapat Intensitas Curah Hujan 10 tahun terakhir dengan durasi 60 menit sebesar = 60,793 mm/jam.
2. Berdasarkan hasil pembahasan di atas didapat Debit Banjir Saluran Drainase Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete dengan kala ulang 10 tahun sebesar = 3,718 m³/detik.
3. Untuk *Existing* Saluran Drainase Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete dengan debit kala ulang 10 tahun tidak mampu menampung debit yang ada sehingga perlu mendesain ulang saluran.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapat beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk menghindari terjadinya banjir lagi diminta kepada seluruh warga Perumahan Mawar Asri Kelurahan Bagan Pete supaya tidak membuang sampah sembarangan supaya air yang mengalir di saluran tidak terhambat.

DAFTAR PUSTAKA

- Ady Purnama. Didin Najumiddin. Syarifuddin. 2016. Perencanaan Sistem Jaringan Drainase Untuk Perumahan Baiti Jannati Sumbawa. Sumbawa : Universitas Samawa Sumbawa Besar.
- Andri Setiawan. Sulwan Permana. 2016. Evaluasi Sistem Drainase Di Kelurahan Paminggir Garut. Jaya Raga Garut : Sekolah Tinggi Teknologi Garut.
- Cut Suciatina Silva. Dian Febrianti. 2018. Analisis Dan Evaluasi Drainase Kawasan Perumahan Blang Beurandang Kabupaten Aceh Barat. Aceh Barat : Universitas Teuku Umar.
- Gunadarma. 2007. Drainase Perkotaan. Jakarta.
- Gunawan. 2018. Evaluasi Dan Perencanaan Drainase Perkotaan Kawasan Perumahan Sawojajar Permai Kelurahan Lesanpuro Kota Malang. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang.
- Halim Hasmar. 2012. Drainase Terapan. Yogyakarta : UII Pres.
- Ilham. 2020. Evaluasi Kapasitas Sistem Drainase Perumahan Desa Karama Kecamatan Kempo Kabupaten Dompu. Mataram : Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Suripin. 2004. Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Yogyakarta : Andi.
- Soemarto. 1986. Hidrologi Teknik. Surabaya : Usaha Nasional.
- Sosrodarsono. 1993. Hidrologi Untuk Pengairan. Jakarta : Pradnya Paramita.
- Suripin. 2003. Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Yogyakarta : Andi.
- Standar Nasional Indonesia. 2016. SNI 2415-2016. Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana. Jakarta : Departemen Pekerjaan.

- Steven Valerian Brouwer. 2017. Simulasi Penataan Subsistem Untuk Mengurangi Genangan Pada Sistem Drainase Kawasan Perumahan Pepelegi Indah Waru Siadoarjo. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wesli. 2008. Drainase Perkotaan. Yogyakarta : Graha Ilmu.