

TUGAS AKHIR

TINJAUAN DRAINASE JALAN BUDIMAN KELURAHAN BUDIMAN

KECAMATAN JAMBI TIMUR



Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar

Sarjana Strata Satu (S-1)

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Batanghari

Disusun Oleh :

YUNI ARIFAH RARASATI

1400822201124

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI**

2020

HALAMAN PERSETUJUAN
TINJAUAN DRAINASE JALAN BUDIMAN KELURAHAN BUDIMAN
KECAMATAN JAMBI TIMUR



Disusun Oleh :

YUNI ARIFAH RARASATI

1400822201124

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul dan penyusunan sebagaimana tersebut di atas telah disetujui dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku dan dapat diajukan dalam Ujian Tugas Akhir dan Komprehensi Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Jambi, Januari 2021

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. H. Azwarman, MT

Kiki Rizky Amalia, ST, MT

HALAMAN PENGESAHAN

TINJAUAN DRAINASE JALAN BUDIMAN KELURAHAN BUDIMAN KECAMATAN JAMBI TIMUR

Tugas akhir ini telah dipertahankan di hadapan panitia penguji Tugas Akhir dan Komprehensif dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Nama : Yuni Arifah Ramasari
NPM : 1400822201124
Hari / Tanggal : Jum'at / 26 Juni 2020
Jam : 10.00 s/d selesai
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	ELVIRA HANDAYANI, ST, MT	
Sekretaris	KIKI RIZKY AMALIA, ST, MT	
Penguji Anggota	Ir. H. AEWARMAN, MT	
Penguji Anggota	ANNISAA DWIRIFITNANI, ST, MT	
Penguji Anggota	SUSIANA, ST, MT	

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Ir. H. Fakhri Rizki Yamsali, ME


Elvira Handayani, ST, MT

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“TINJAUAN DRAINASE JALAN BUDIMAN KELURAHAN BUDIMAN KECAMATAN JAMBI TIMUR”**, dapat penulis selesaikan. Karena penulis percaya, jika sesuatu pekerjaan itu dapat terselsaikan dengan baik tidak terlepas dari karunia Allah SWT, dan juga interaksi antara do’a dan ikhtiar dengan ketentuan yang tinggi akan membuahkan hasil yang memuaskan, apapun pekerjaan yang dilakukan.

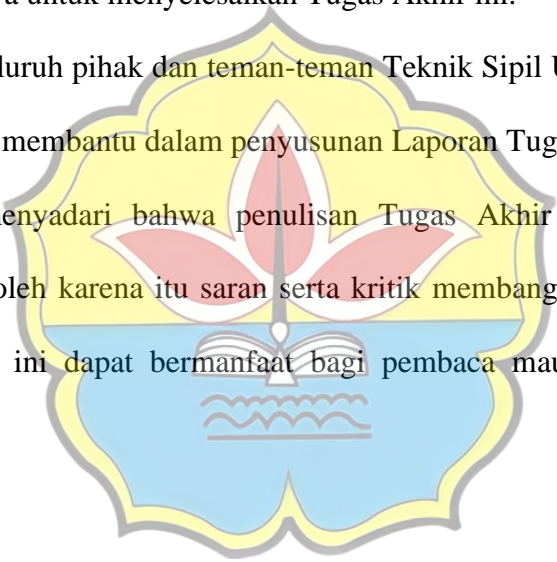
Tugas Akhir ini merupakan persyaratan akademis yang harus diselsaikan mahasiswa guna memenuhi persyaratan kurikulum pada program sarjana (S1) Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari.

Dalam penyelsaian Tugas Akhir ini, berbagai bentuk bantuan dan dukungan telah penulis terima, baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H .Fakhrul Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
2. Bapak Drs. G. M. Saragih, Msi selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
3. Bapak Ir. H. Azwarman, MT selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Batanghari serta selaku Dosen Pembimbing I yang juga telah membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik.

4. Bapak Ir. Myson, MT selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
5. Ibu Elvira Handayani, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari.
6. Ibu Kiki Rizky Amalia, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik.
7. Kedua orang tua saya yang banyak memberikan semangat dan dukungan kepada saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Kepada seluruh pihak dan teman-teman Teknik Sipil Universitas Batanghari yang turut membantu dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran serta kritik membangun sangat diharapkan, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca maupun pihak lain yang membutuhkan.



Jambi, April 2020

Penulis

YUNI ARIFAH RARASATI
NPM: 1400822201124

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	01
1.2. Rumusan Masalah	02
1.3. Maksud dan Tujuan	03
1.4. Batasan Masalah	03
1.5. Manfaat Penelitian	04
1.6. Sistematika Penulisan	04
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Definisi Wilayah, Kawasan dan Kawasan Perkotaan	06
2.2. Drainase	07
2.2.1. Pengertian Drainase	07
2.2.2. Jenis Drainase	08
2.2.3. Fungsi Drainase	10
2.3. Siklus Hidrologi	10
2.3.1. Analisa Curah Hujan Kawasan	12

2.3.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan	13
2.3.3. Distribusi Probabilitas	21
2.3.4. Intensitas Curah Hujan	22
2.3.5. Koefisien Pengaliran	25
2.3.6. Debit Rencana	26
2.3.7. Waktu Konsentrasi	27
2.3.8. Catchment Area	30
2.4. Analisa Hidrolika	30
2.4.1. Saluran Terbuka	31
2.4.2. Saluran Tertutup	33
2.4.3. Dimensi Saluran	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Gambaran Umum Wilayah Studi	40
3.1.1. Letak Geografis	40
3.1.2. Topografi	41
3.1.3. Klimatologi dan Hidrologi	41
3.2. Metode Penelitian	41
3.3. Rancangan Penelitian	42
3.4. Diagram Alur Penelitian	45
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisa Hidrologi	46
4.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan	46
4.3. Perhitungan Uji Kecocokan (Pengujian Distribusi).....	56
4.4. Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I).....	64

4.5. <i>Catchment Area</i> (Daerah Tangkapan).....	89
4.5.1. Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran.....	89
4.5.2. Mencari Koefisien Pengaliran (C)	91
4.5.3. Perhitungan Waktu Konsentrasi	91
4.5.4. Perhitungan Debit Rencana	94
4.5.5. Nilai Koefisien <i>Manning</i>	94
4.6. Analisa Kapasitas Penampang Saluran Drainase	
4.6.1. Penampang Trapesium	95
4.7. Perhitunga Rencana Dimensi Saluran Drainase	
4.7.1. Penampang Persegi Panjang.....	96
4.7.2. Penampang Lingkaran	98
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	101
5.2. Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....	103
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Nilai variable reduksi Gauss	15
Tabel 2.2. Nilai K untuk distribusi Log-Person III	18
Tabel 2.3. <i>Reduksi Standar Deviasi (Yn)</i> untuk distribusi gumbel	20
Tabel 2.4. <i>Reduksi Standar Deviasi (Sn)</i> untuk distribusi gumbel	20
Tabel 2.5. <i>Reduksi variat (Y_{Tr})</i> sebagai fungsi periode ulang	20
Tabel 2.6. Persyaratan parameter statistik suatu distribusi	21
Tabel 2.7. Nilai Kritis Uji <i>Smirnov – Kolmogorov</i>	22
Tabel 2.8. Koefisien Pengaliran (C).....	26
Tabel 2.9. Koefisien <i>Manning</i> (n).....	34
Tabel 4.1. Tabel Data Curah Hujan Kota Jambi	46
Tabel 4.2. Analisa Curah Hujan Distribusi Normal.....	47
Tabel 4.3. Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Normal	48
Tabel 4.4. Analisa Curah Hujan Distribusi Log Normal	48
Tabel 4.5. Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal	49
Tabel 4.6. Analisa Curah Hujan Distribusi Log-Person III	50
Tabel 4.7. Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log-Person III..	51
Tabel 4.8. Analisa Curah Hujan Distribusi Gumbel	51
Tabel 4.9. Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel.....	53
Tabel 4.10. Hasil Analisis Frekuensi	54
Tabel 4.11. Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum (4 metode).....	55
Tabel 4.12. Uji <i>Smirnov – Kolmogorov</i> Metode Normal.....	57

Tabel 4.13. Uji <i>Smirnov – Kolmogorov</i> Metode Log Normal	59
Tabel 4.14. Uji <i>Smirnov – Kolmogorov</i> Metode Log Person III.....	61
Tabel 4.15. Uji <i>Smirnov – Kolmogorov</i> Metode Gumbel	62
Tabel 4.16. Hasil Kesimpulan.....	63
Tabel 4.17. Nilai Kritis Uji <i>Smirnov – Kolmogorov</i>	64
Tabel 4.18. Perhitungan Intensitas Curuh Hujan Periode Ulang 2 Tahun	65
Tabel 4.19. Perhitungan Intensitas Curuh Hujan Periode Ulang 5 Tahun	67
Tabel 4.20. Perhitungan Intensitas Curuh Hujan Periode Ulang 10 Tahun	68
Tabel 4.21. Perhitungan Intensitas Curuh Hujan Periode Ulang 20 Tahun	69
Tabel 4.22. Perhitungan Intensitas Curuh Hujan Periode Ulang 50 Tahun	70
Tabel 4.23. Perhitungan Intensitas Curuh Hujan Periode Ulang 100 Tahun ...	71
Tabel 4.24. Perhitungan Intensitas Curuh Hujan Periode Ulang Tiga Metode ..	72
Tabel 4.25. Perhitungan Intensitas Durasi Metode <i>Talbot</i>	74
Tabel 4.26. Perhitungan Intensitas Durasi Metode <i>Ishiguro</i>	76
Tabel 4.27. Perhitungan Intensitas Durasi Metode <i>Sherman</i>	78
Tabel 4.28. Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro, dan Sherman</i> Periode Ulang 2 Tahun	80
Tabel 4.29. Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro, dan Sherman</i> Periode Ulang 5 Tahun	81
Tabel 4.30. Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro, dan Sherman</i> Periode Ulang 10 Tahun	82
Tabel 4.31. Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro, dan Sherman</i> Periode Ulang 20 Tahun	83

Tabel 4.32. Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot</i> , <i>Ishiguro</i> , dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 50 Tahun	84
Tabel 4.33. Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot</i> , <i>Ishiguro</i> , dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 100 Tahun	85
Tabel 4.34. Rekapitulasi Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot</i> , <i>Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> untuk Berbagai Periode Ulang (Tahun).....	86
Tabel 4.35. Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Durasi Tiga Metode.....	87
Tabel 4.36. Luas Area Zona Daerah Pengaliran	89
Tabel 4.37. Panjang Saluran (Ls).....	89
Tabel 4.38. Kemiringan Saluran dan Kecepatan Aliran	89
Tabel 4.39. Koefisien Pengaliran (C)	91
Tabel 4.40. Hasil Perhitungan Luas Penampang	93
Tabel 4.41. Koefisien <i>Manning</i>	95
Tabel 4.42. Hasil Rekapitulasi Penampang Saluran	100



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Drainase Buatan	08
Gambar 2.2. Siklus Hidrologi	12
Gambar 2.3. Lintasan Aliran waktu inlet time (t_o) dan conduit time (t_d)	29
Gambar 2.4. Tipikal bentuk-bentuk Profil Saluran Terbuka.....	31
Gambar 2.5. Penampang Trapesium	35
Gambar 2.6. Penampang Persegi Panjang.....	37
Gambar 2.7. Penampang Lingkaran.....	39
Gambar 3.1. Kondisi Drainase yang ada di Kelurahan Budiman	40
Gambar 3.2. Diagram Alur Penelitian.....	45
Gambar 4.1. Grafik Rekapitulasi Analisa Curah Hujan Rencana Maksimum (4 metode)	55
Gambar 4.2. Grafik Intensitas Durasi Metode <i>Talbot</i>	75
Gambar 4.3. Grafik Intensitas Durasi Metode <i>Ishiguro</i>	77
Gambar 4.4. Grafik Intensitas Durasi Metode <i>Sherman</i>	79
Gambar 4.5. Grafik Intensitas Durasi Tiga Metode.....	88
Gambar 4.6. Penampang Trapesium	95
Gambar 4.7. Penampang Persegi Panjang.....	96
Gambar 4.8. Penampang Lingkaran.....	98



DAFTAR NOTASI

R : Curah hujan daerah (mm)

n : Jumlah titik atau pos pengamatan

R_1, R_2, \dots, R_n : Curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

A_1, A_2, A_3 : Bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan (km^2)

r_A, r_B, r_C : curah hujan ditempat pengamatan

R_A, R_B, R_C : curah hujan rata-rata setahun

$P(X)$: Fungsi densitas peluang normal (ordinat kurva normal)

X : Variabel acak kontinu

μ : Rata-rata nilai X

σ : Simpangan baku dari nilai X

X_T : Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T -tahun

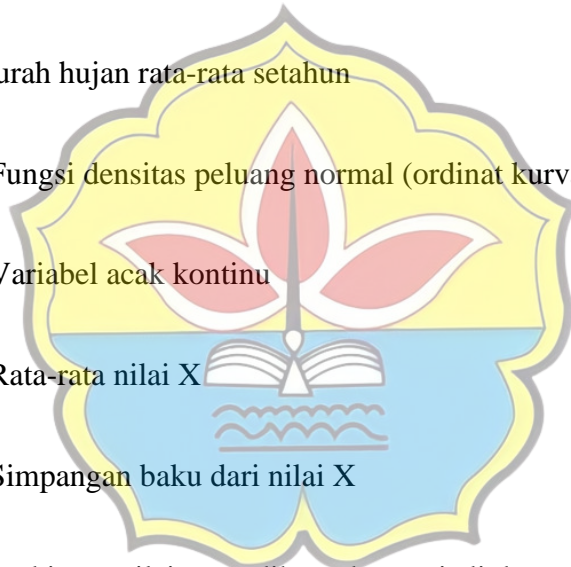
\bar{X} : Nilai rata-rata hitung variat

S : Deviasi standar nilai variat

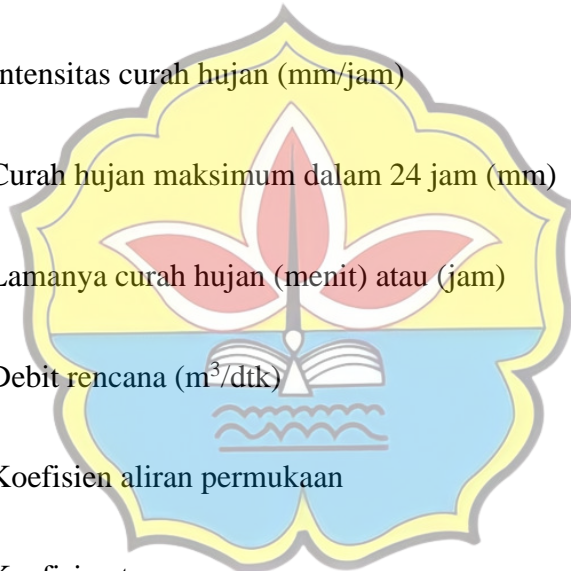
K_T : Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi Gauss)

σ_Y : Deviasi standar nilai variat Y

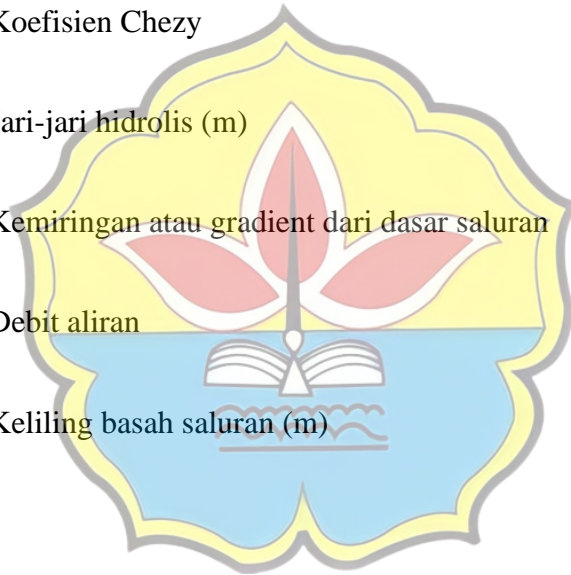
μ_Y : Nilai rata-rata populasi Y



- Y_T : Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T -
tahunan
- Y_n : *Reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data ke- n
- S_n : *Reduced standar deviation* yang tergantung pada jumlah sampel/data
ke- n
- Y_{Tr} : *Reduced variete*,
- X_i : Data hujan atau debit ke- i
- I : Intensitas curah hujan (mm/jam)
- R_{24} : Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- t : Lamanya curah hujan (menit) atau (jam)
- Q_p : Debit rencana (m^3/dtk)
- C : Koefisien aliran permukaan
- C_s : Koefisien tampungan
- I : Intensitas hujan (mm/jam)
- A : Luas daerah pengaliran (km^2)
- t_c : Waktu konsentrasi (jam)
- L : Panjang saluran (km)
- S : Kemiringan rata-rata saluran



t_0	: <i>Inlet time</i> ke saluran terdekat (menit)
t_d	: <i>Konduit time</i> sampai ketempat pengukuran (menit)
n	: Angka kekasaran manning
L	: Panjang lintasan aliran diatas permukaan lahan (m)
L_s	: Panjang lintasan aliran didalam saluran/sungai (m)
V	: Kecepatan aliran didalam saluran (m/dtk)
C	: Koefisien Chezy
R	: Jari-jari hidrolis (m)
I	: Kemiringan atau gradient dari dasar saluran
Q	: Debit aliran
P	: Keliling basah saluran (m)



BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pemanfaatan ruang diperkotaan sudah sangat padat dan banyaknya konflik akan kepentingan pemanfaatan lahan. Daya dukung lingkungan seluruh wilayah pun telah terancam, dimana saat ini sebagian besar wilayah perkotaan di Indonesia dinyatakan sebagai daerah rawan banjir. Banjir adalah aliran air dipermukaan tanah (*surface water*) yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh saluran drainase atau sungai, sehingga melimpah ke kanan dan kiri serta menimbulkan genangan atau aliran dalam jumlah melebihi normal dan mengakibatkan kerugian pada manusia. Peristiwa banjir merupakan salah satu dampak dari ketidakseimbangan sistem lingkungan dalam proses mengalirkan air permukaan, dipengaruhi oleh besar debit air yang mengalir melebihi daya tampung daerah pengaliran, selain debit aliran permukaan banjir juga dipengaruhi oleh kondisi daerah pengaliran dan iklim (curah hujan) setempat.

Pertambahan jumlah penduduk juga menjadi masalah sendiri bagi daya tampung drainase. Meningkatnya jumlah penduduk berarti bertambahnya infrastruktur, yang diiringi oleh bertambahnya jumlah limbah yang dikeluarkan ke lingkungan. Pembuangan sampah yang tidak bagus dapat menyebabkan tersumbatnya sistem drainase, yang bisa menyebabkan meluapnya air akibat berkurangnya debit air yang dapat ditampung dan disalurkan oleh drainase. Permasalahan tersebut sering dialami dikota-kota besar, salah satunya Kota Jambi.

Kondisi jaringan drainase di Kelurahan Budiman Kota Jambi secara fisik sudah ada, namun saluran drainase tidak berfungsi secara optimal saat turun hujan dengan intensitas tinggi dan waktu yang lama serta adanya air limpasan dari daerah yang lebih tinggi yang mengakibatkan kapasitas tampung saluran drainase tersebut tidak mampu lagi menampung limpasan air (*run off*).

Dampak negatif dari adanya banjir tersebut adalah timbulnya berbagai macam penyakit serta menyebabkan berbagai kerugian berupa material seperti kerusakan pada dinding bangunan rumah warga dan isi barang dalam rumah. Maka dari itu perlu adanya tinjauan terhadap drainase di Jalan Budiman Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur dengan memperhatikan aspek fisik dan sosial di masyarakat agar permasalahan tersebut dapat terselesaikan dan tidak menjadi kerugian berkepanjangan.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, adapun rumusan masalah yang akan diamati dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana kondisi sistem drainase pada saat adanya luapan air dikala intensitas curah hujan yang tinggi di Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi ?
2. Bagaimana mendesain saluran drainase dalam upaya penanggulangan banjir di Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi ?

1.3.Maksud dan Tujuan

Maksud dari tugas akhir ini adalah untuk meninjau saluran drainase yang sudah ada agar dapat berfungsi dengan baik.

Adapun tujuan dalam penelitian adalah :

1. Mengetahui kondisi sistem drainase pada saat adanya luapan air dikala intensitas curah hujan yang tinggi di Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi.
2. Mengetahui desain yang tepat untuk saluran drainase dalam upaya penanggulangan banjir di Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi.

1.4. Batasan Masalah

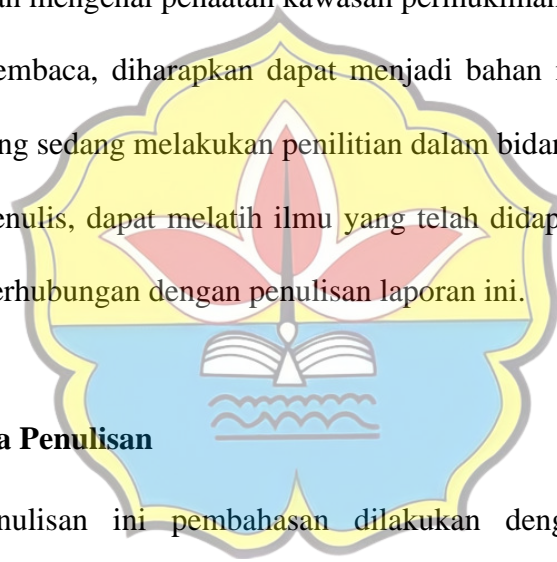
Dalam penulisan Tugas Akhir ini agar pembahasan dalam studi ini tidak meluas, maka permasalahan dibatasi sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian hanya terfokus pada RT.7 dan RT.8 pada Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur.
2. Analisa debit banjir saluran drainase hanya dilakukan pada daerah tangkapan yang merupakan konsentrasi banjir.
3. Karakteristik drainase yang ada di Jalan Budiman Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur yaitu berbentuk trapesium. Dengan panjang lintasan 250 m.
4. Data curah hujan yang dijadikan referensi adalah data curah hujan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) 2009-2018.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagi pemerintah Kota Jambi, diharapkan hasil dari penelitian ini menjadi salah satu masukan dalam penyusunan program penataan kawasan pada bidang permukiman khususnya permukiman di Kelurahan Budiman Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi.
2. Bagi masyarakat setempat, diharapkan hasil penelitian ini bisa menambah wawasan mengenai penataan kawasan permukiman.
3. Bagi pembaca, diharapkan dapat menjadi bahan masukan dan referensi bagi yang sedang melakukan penelitian dalam bidang yang sama.
4. Bagi penulis, dapat melatih ilmu yang telah didapatkan dari perkuliahan yang berhubungan dengan penulisan laporan ini.



1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penulisan ini pembahasan dilakukan dengan sistematika guna memudahkan dalam penganalisaan, dimana sistematika pembahasan adalah sebagai berikut :

BAB I : Pendahuluan

Dalam pembahasan ini membahas tentang pendahuluan yang dikemukakan tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan.

BAB II : Landasan Teori

Bab ini mencakup segala hal yang dijadikan sebagai dasar pengambilan tema penelitian, penentuan langkah pelaksanaan dan metode penganalisa yang diambil dari beberapa pustaka yang ada, yang memiliki tema sesuai dengan tema penelitian.

BAB III : Metodologi

Bab ini menjelaskan tentang metode yang akan digunakan dan rencana kerja dari penelitian serta mendeskripsikan lokasi penelitian.

BAB IV : Analisa Data dan Pembahasan

Pada bab ini menjelaskan tentang permasalahan, evaluasi dan analisa pengolahan data terhadap masalah yang ada dilokasi penelitian.

BAB V : Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini memuat tentang kesimpulan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan dan disertai dengan saran yang ditujukan untuk penelitian yang selanjutnya atau penerapan hasil penelitian di lapangan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Definisi Wilayah, Kawasan dan Kawasan Perkotaan

Menurut Try Ayu (2018), definisi wilayah, kawasan dan kawasan perkotaan adalah :

1. Definisi Wilayah

Wilayah adalah ruang yang merupakan kesatuan geografis beserta segenap unsur terkait yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek administratif dan atau aspek fungsional. Seringkali sebuah wilayah dikelilingi oleh batas-batas kondisi fisik alam, misalnya sungai, gunung atau laut.

2. Definisi Kawasan

Kawasan adalah wilayah yang memiliki fungsi utama lindung atau budi daya. Kawasan lindung adalah wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama melindungi kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumber daya alam dan sumber daya buatan. Kawasan budi daya adalah kawasan yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk budi daya atas dasar kondisi dan potensi sumber daya alam, sumber daya manusia dan sumber daya buatan.

3. Definisi Kawasan Perkotaan

Kawasan perkotaan adalah wilayah yang mempunyai kegiatan utama bukan pertanian dengan susunan fungsi kawasan sebagai tempat permukiman perkotaan, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial dan kegiatan ekonomi.

2.2. Drainase

2.2.1. Pengertian Drainase

Menurut Suripin (2004), drainase secara umum didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/rembesan sehingga fungsi lahan/kawasan tidak terganggu. Sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan membuang kelebihan air dari suatu kawasan/lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Sedangkan drainase perkotaan adalah ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi Lingkungan Fisik dan Lingkungan Sosial Budaya yang ada di kawasan kota tersebut.

Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi : pemukiman, kawasan industri dan perdagangan, sekolah, rumah sakit dan fasilitas umum lainnya, lapangan olahraga, lapangan paker, instalasi militer, instalasi listrik dan telekomunikasi, pelabuhan udara, pelabuhan laut/sungai serta tempat lainnya yang merupakan bagian dari sarana kota.

Dengan demikian kriteria desain drainase perkotaan memiliki kekhususan, sebab untuk perkotaan ada tambahan *variable design* seperti : keterkaitan dengan tata guna lahan, keterkaitan dengan rencana (*master plan*) drainase kota,

keterkaitan dengan masalah sosial budaya (kurangnya kesadaran masyarakat dalam ikut memelihara fungsi drainase kota) dan lain-lain.

2.2.2. Jenis Drainase

Menurut Hasmar (2012), drainase memiliki banyak jenis dan jenis drainase tersebut dilihat dari berbagai aspek. Adapun jenis-jenis saluran drainase dapat dibedakan sebagai berikut :

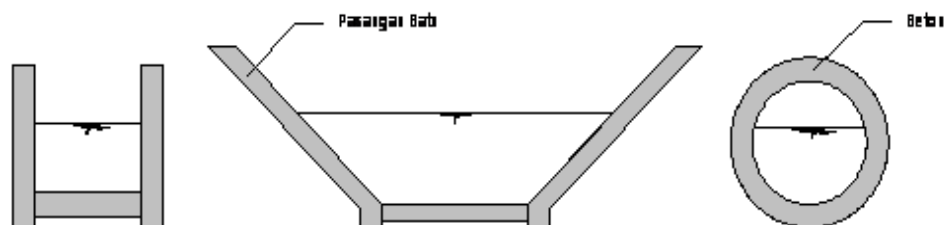
Jenis drainase menurut sejarah terbentuknya :

a. Drainase Alamiah (*natural drainage*)

Drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang seperti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong dan lain-lain. Saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena grafitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.

b. Drainase Buatan (*artificial drainage*)

Drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, pipa-pipa dan sebagainya.



Gambar 2.1. Drainase Buatan

Sumber : Hasmar, 2012

Jenis drainase menurut letak bangunan :

a. Drainase Permukaan Tanah (*surface drainage*)

Saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisa alirannya merupakan analisa *open channel flow*.

b. Drainase Bawah Permukaan Tanah (*subsurface drainage*)

Saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu, yaitu : Tuntutan artistik, tuntutan fungsi permukaan tanah seperti lapangan sepak bola, lapangan terbang, taman dan lain-lain.

Jenis drainase menurut fungsi :

a. *Single Purpose*

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

b. *Multi Purpose*

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

Jenis drainase menurut konstruksi :

a. Saluran terbuka

Yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air

non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan atau mengganggu lingkungan.

b. Saluran tertutup

Yaitu saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor (air yang kesehatan/lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

2.2.3. Fungsi Drainase

Adapun fungsi drainase menurut R. J. Kodoatie dalam Suripin (2004) adalah :

1. Membebaskan suatu wilayah (terutama yang padat pemukiman) dari genangan air, erosi dan banjir.
2. Karena aliran lancar maka drainase juga berfungsi memperkecil risiko kesehatan lingkungan, bebas dari malaria (nyamuk) dan penyakit lainnya.
3. Kegunaan tanah pemukiman padat akan menjadi lebih baik karena terhindar dari kelembaban.
4. Dengan sistem yang baik tata guna lahan dapat dioptimalkan dan juga memperkecil kerusakan-kerusakan struktur tanah untuk jalan dan bangunan-bangunan lainnya.

2.3. Siklus Hidrologi

Menurut Suripin (2004), siklus air atau siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer. Air menguap dari permukaan laut akibat energi panas matahari. Laju dan jumlah

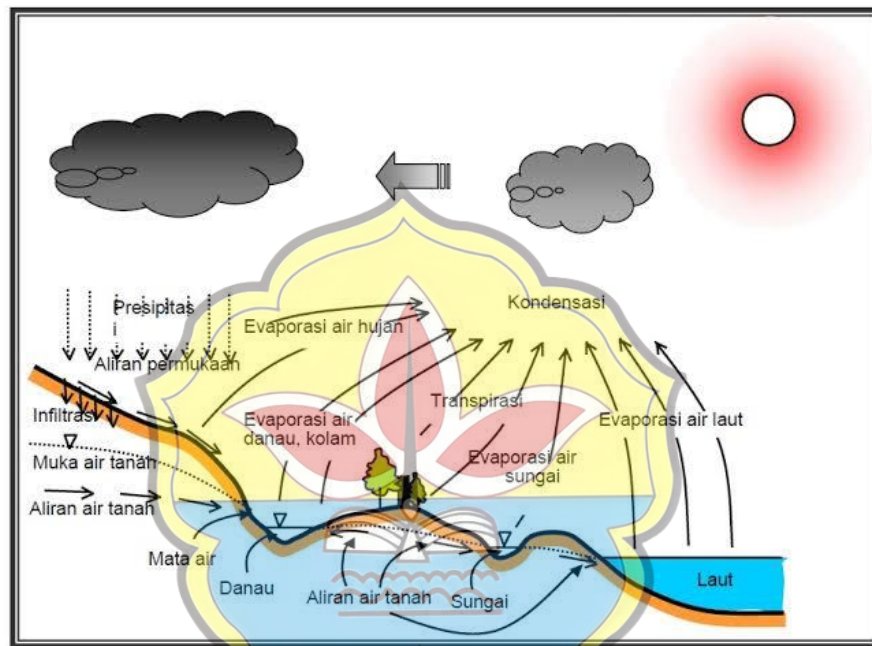
penguapan bervariasi. Uap air adalah murni, karena pada waktu dibawa naik ke atmosfer kandungan garam ditinggalkan. Uap air yang dihasilkan dibawa udara yang bergerak. Dalam kondisi yang memungkinkan, uap tersebut mengalami kondensasi dan membentuk butir-butir air yang akan jatuh kembali sebagai presipitasi berupa hujan atau salju. Presipitasi ada yang jatuh di laut, di darat dan sebagian langsung menguap kembali sebelum jatuh mencapai ke permukaan bumi.

Presipitasi yang jatuh di permukaan bumi menyebar ke berbagai arah dengan beberapa cara, salah satunya di permukaan bumi sebagai es atau salju, atau genangan air. Sebagian air hujan atau lelehan salju akan mengalir ke saluran atau sungai. Hal ini disebut aliran atau limpasan permukaan. Jika permukaan tanah berporos, maka sebagian air akan meresap ke dalam tanah melalui peristiwa yang disebut infiltrasi. Sebagian lagi akan kembali ke atmosfer melalui penguapan dan transpirasi oleh tanaman (*evapotranspirasi*).

Di bawah permukaan tanah, pori-pori tanah berisi air dan udara. Daerah ini dikenal sebagai zona kapiler. Pada kondisi tertentu air dapat mengalir secara lateral pada zona kapiler, proses ini disebut *interflow*. Uap air dalam zona kapiler dapat juga kembali ke permukaan tanah, kemudian menguap.

Pada kedalaman tertentu, pori-pori tanah atau batuan akan jenuh air. Batas atas zona jenuh air disebut muka air tanah. Air yang tersimpan dalam zona jenuh air disebut air tanah. Air tanah ini bergerak sebagai aliran air tanah melalui batuan atau lapisan tanah sampai akhirnya keluar ke permukaan sebagai sumber air atau rembesan ke danau, waduk, sungai, atau laut.

Air yang mengalir dalam saluran atau sungai dapat berasal dari aliran permukaan atau dari air tanah yang merembes di dasar sungai. Dalam kaitannya dengan perencanaan drainase, komponen dalam siklus hidrologi yang terpenting adalah aliran permukaan. Oleh karena itu, komponen inilah yang ditangani secara baik untuk menghindari berbagai bencana, khususnya bencana banjir.



Gambar 2.2 Siklus Hidrologi

Sumber : Suripin, 2004

2.3.1. Analisa Curah Hujan Kawasan

Menurut Imamzuhri (2014) hujan merupakan komponen yang amat penting dalam analisis hidrologi pada perancangan debit untuk menentukan dimensi saluran drainase. Pengukuran hujan dilakukan selama 24jam, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu data hujan yang diperlukan tidak hanya data hujan harian, akan tetapi juga distribusi jam-jaman

atau menitan. Hal ini akan membawa konsekuensi dalam pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis.

2.3.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Menurut Suripin (2004) dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkap hujan yang akan dikeringkan. Penentuan periode ulang juga didasarkan pada pertimbangan ekonomis. Berdasarkan prinsip dalam penyelesaian masalah drainase perkotaan dari aspek hidrologi, sebelum dilakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan besaran hujan dengan kala ulang tertentu harus dipersiapkan rangkaian data hujan berdasarkan pada durasi harian, jam atau menit.

Analisis frekuensi terhadap data hujan yang tersedia dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain :

1. Metode Normal
2. Metode Log Normal
3. Metode Log Person III
4. Metode Gumbell

1. Metode Normal

Data curah hujan disusun dari urutan yang terbesar sampai yang terkecil. Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Fungsi densitas peluang normal (PDF = Probability density function) yang paling terkenal adalah bentuk bell dan dikenal sebagai distribusi normal.

PDF distribusi normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan bakunya, sebagai berikut:

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right] \quad -\infty \leq x \leq \infty \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

$P(X)$ = Fungsi densitas peluang normal (ordinat kurva normal)

X = Variabel acak kontinu

μ = Rata-rata nilai X

σ = Simpangan baku dari nilai X

Dalam pemakaian praktis, umumnya rumus tersebut tidak digunakan secara langsung karena telah dibuat tabel untuk keperluan perhitungan, dan juga dapat didekati dengan:

$$K_T \frac{X_T - \bar{X}}{S} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T -tahun

\bar{X} = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai variat

K_T = Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi Gauss)

Nilai faktor frekuensi K_T umumnya sudah tersedia dalam tabel untuk mempermudah perhitungan, seperti ditunjukkan dalam tabel berikut, biasa disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi Gauss (*Variable reduced Gauss*).

Tabel 2.1. Nilai variabel reduksi Gauss

No.	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	K _T
1.	1,001	0,999	-3,05
2.	1,005	0,995	-2,58
3.	1,010	0,990	-2,33
4.	1,050	0,950	-1,64
5.	1,110	0,900	-1,28
6.	1,001	0,800	-0,84
7.	1,250	0,750	-0,67
8.	1,330	0,700	-0,52
9.	1,430	0,600	-0,25
10.	2,000	0,500	0
11.	2,500	0,400	0,25
12.	3,300	0,300	0,52
13.	4,000	0,250	0,67
14.	5,000	0,200	0,84
15.	10,000	0,100	1,28
16.	20,000	0,050	1,64
17.	50,000	0,020	2,05
18.	100,000	0,010	2,33
19.	200,000	0,005	2,58
20.	500,000	0,002	2,88
21.	1000,000	0,001	3,09

(Sumber: Suripin, 2004, Sistem Drainase Yang Berkelanjutan:37)

2. Metode Log Normal

Dalam distribusi Log Normal data X diubah kedalam bentuk logaritma $Y = \log X$. Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. PDF (*probability density function*) untuk distribusi Log Normal dapat ditulis dalam bentuk rata-rata dan simpangan bakunya, sebagai berikut:

$$P(X) = \frac{1}{X\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(Y-\mu_Y)^2}{2\sigma^2} \right] X > 0 \dots\dots\dots(2.3)$$

$$Y = \text{Log } X$$

Dimana:

$P(X)$ = Peluang log nominal

X = Nilai variat pengamatan

σ_Y = Deviasi standar nilai variat Y

μ_Y = Nilai rata-rata populasi Y

Dengan persamaan yang dapat didekati:

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \dots\dots\dots(2.4)$$

$$K_T = \frac{Y_T - \bar{Y}}{S} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

Y_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T -tahunan

\bar{Y} = Nilai rata-rata hitung variat

S = Deviasi standar nilai variat

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang

3. Metode Log Person III

Pada situasi tertentu, walaupun data yang diperkirakan mengikuti distribusi sudah konversi kedalam bentuk logaritmis, ternyata kedekatan antara data dan teori tidak cukup kuat untuk menjustifikasikan pemakaian distribusi log normal.

Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan person yang menjadi perhatian ahli sumber daya air adalah Log-Person

Type III (LP III). Tiga parameter penting dalam LP III yaitu harga rata-rata, simpangan baku dan koefisien kemencengan. Yang menarik adalah jika koefisien kemencengan sama dengan nol maka perhitungan akan sama dengan log normal. Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Person Type III:

- a. Ubah data kedalam bentuk logaritmis, $X = \text{Log } X$
- b. Hitung harga rata-rata:

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots(2.6)$$

- c. Hitung harga simpangan baku:

$$s = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]} \dots\dots\dots(2.7)$$

- d. Hitung koefisien kemencengan:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots(2.8)$$

- e. Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\text{Log}X_T = \text{Log}\bar{X} + K.s \dots\dots\dots(2.9)$$

K adalah variabel standar (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G, dicantumkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 nilai K untuk distribusi Log-Person III

Interval Kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)								
Koef. G	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (<i>percent change of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3	-0,667	-0,636	-0,396	0,42	1,18	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,46	1,12	2,275	3,144	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,8
2,2	-0,905	-0,752	-0,33	0,574	1,284	2,24	2,97	3,705
2	-0,99	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,807	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,449
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,78	3,388
1,4	-1,138	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,218	2,076	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,34	2,087	2,626	3,149
1	-1,558	-0,852	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,78	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,88	-0,857	-0,099	0,8	1,328	1,939	2,359	2,775
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,516	1,317	1,88	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,85	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472
0	-2,326	-0,842	0	0,842	1,282	1,715	2,051	2,236
-0,2	-2,472	-0,83	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,028
-0,6	-2,755	-0,8	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88
-0,8	-2,891	-0,78	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,27	1,318
-1,6	-2,238	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,166	1,166	1,197
-1,8	-3,449	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,035	1,087
-2	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,98	0,99
-2,2	-3,705	-0,574	0,33	0,752	0,888	0,888	0,9	0,905
-2,4	-3,8	-0,532	0,351	0,725	0,823	0,823	0,823	0,832
-2,6	-3,889	-0,49	0,368	0,696	0,764	0,764	0,768	0,796
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,712	0,712	0,714	0,714
-3	-7,051	-0,42	0,396	0,636	0,66	0,666	0,666	0,667

(Sumber: Suripin,2004,Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan : 37)

4. Metode Gumbel

Gumbel menggunakan tenaga ekstrem untuk menunjukkan bahwa untuk setiap data merupakan data exponential. Jika jumlah populasi yang terbatas dapat didekati dengan persamaan:

$$X = \bar{X} + SK \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

\bar{X} = Peluang log normal

S = Nilai variat pengamatan

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$K_T = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana:

Y_n = *Reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data ke-n

S_n = *Reduced standar deviation* yang tergantung pada jumlah sampel/data ke-n

Y_{T_r} = *Reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$Y_{T_t} = -\ln\left\{\frac{T_r - 1}{T_r}\right\} \dots \dots \dots (2.12)$$

Tabel 2.3 : *Standar Deviasi* (Y_n), tabel 2.4 : *Reduksi Standar Deviasi* (S_n), dan tabel 2.5 : *Reduksi Variat* (Y_{tr}) berikut mencantumkan nilai-nilai Variabel Reduksi menurut Gauss untuk menyelesaikan persamaan 2.11.

Tabel 2.3. *Reduksi Standar Deviasi* (Y_n) untuk distribusi gumbel

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5520
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5656	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

(Sumber: Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan : 51)

Tabel 2.4. *Reduksi Standar Deviasi* (S_n) untuk distribusi Gumbel

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9883	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1547	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1743
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

(Sumber: Suripin, 2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan : 52)

Tabel 2.5. *Reduksi Variat* (Y_{Tr}) sebagai fungsi periode ulang

Periode Ulang, Tr(tahun)	<i>Reduced</i> <i>Variate</i> , Y_{Tr}	Periode ulang, Tr (tahun)	<i>Reduced</i> <i>Variate</i> , Y_{TR}
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

(Sumber: Suripin,2004, Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan : 52)

2.3.3 Distribusi Probabilitas

Dalam analisis Frekuensi data hujan atau data debit guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan, yaitu: Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Person Type III.

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada tabel (2.6).

Tabel 2.6 Persyaratan parameter statistik suatu distribusi

No.	Distribusi	Persyaratan
1.	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
2.	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$
3.	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
4.	Log Person III	Selain dari nilai diatas

(Sumber: Bambang, T, 2008:27)

Keterangan tabel (2.6):

$$a. \text{ koefisien skewness } (C_s) = \frac{n \sum_{i=1}^i (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$b. \text{ koefisien kurtosis } (C_k) = \frac{n^2 \sum_{i=1}^i (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$c. \bar{X} = \text{nilai rata-rata dari } X = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$d. \text{ Standar Deviasi } (S) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

X_i = Data hujan atau debit ke-i

n = Jumlah data

Di samping dengan menggunakan persyaratan seperti tercantum dalam tabel (2.1), guna mendapatkan hasil perhitungan yang meyakinkan, atau jika tidak memenuhi persyaratan pada Tabel (2.1) maka penggunaan suatu distribusi probabilitas biasanya diuji dengan metode Chi-Kuadrat atau Smirnov Kolmogorov.

Tabel 2.7. Nilai Kritis Uji Smirnov - Kolmogorov

n	Derajat Kepercayaan α			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,48	0,54	0,61	0,73
10	0,34	0,38	0,41	0,51
15	0,27	0,31	0,35	0,41
20	0,24	0,27	0,3	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
$n \geq 50$	$1.07 / n^{0.5}$	$1.22 / n^{0.5}$	$1.36 / n^{0.5}$	$1.63 / n^{0.5}$

Sumber : Bonnier,1980 (dalam buku Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan)

2.3.4 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya

cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya.

Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan berjam-jam. Data curah hujan jangka pendek ini hanya dapat diperoleh dengan menggunakan alat pencatat hujan otomatis. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian maka metode yang dipakai dalam perhitungan intensitas curah hujan menurut Dr. Mononobe dengan Metode Monobe, dimana persamaannya adalah sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.17)$$

dimana:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- t = Lamanya curah hujan (menit) atau (jam)

Dengan menggunakan persamaan diatas intensitas curah hujan untuk berbagai nilai waktu konsentrasi dapat ditentukan dari besar data curah hujan harian (24 jam).

Menurut Kamiana (2011) untuk data hujan jangka pendek yaitu 5 menit hingga 2 jam dapat dibuat dengan salah satu dari beberapa persamaan berikut :

a. Rumus Talbot

Pada Talbot (1881) rumus ini banyak dipakai karena mudah digunakan dan variabel khas a dan b ditentukan dengan harga-harga yang terukur sebagai berikut :

$$I = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Durasi hujan (mm/menit)

a dan b = persamaan dari rumus (2.19) dan (2.20)

$$a = \frac{\Sigma(t \times I) \times \Sigma(I^2) - \Sigma(I^2 \times t) \times \Sigma(I)}{N \times \Sigma(I^2) - \Sigma(I) \times \Sigma(I)} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$b = \frac{\Sigma(I) \times \Sigma(t \times I) - N \times \Sigma(I^2 \times t)}{N \times \Sigma(I^2) - \Sigma(I) \times \Sigma(I)} \dots\dots\dots(2.20)$$

b. Persamaan Ishiguro

Rumus ini dikemukakan oleh Ishiguro (1953), adapun formulanya sebagai berikut :

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Durasi hujan (mm/menit)

a dan b = persamaan dari rumus (2.22) dan (2.23)

$$a = \frac{\Sigma(I \times \sqrt{t}) \times \Sigma(I^2) - \Sigma(I^2 \times \sqrt{t}) \times \Sigma(I)}{N \times \Sigma(I^2) - \Sigma(I) \times \Sigma(I)} \dots\dots\dots(2.22)$$

$$b = \frac{\Sigma(I) \times \Sigma(I \times \sqrt{t}) - N \times \Sigma(I^2 \times \sqrt{t})}{N \times \Sigma(I^2) - \Sigma(I) \times \Sigma(I)} \dots\dots\dots(2.23)$$

c. Rumus Sherman

Pada Sherman (1905), rumus ini sesuai untuk selang waktu curah hujan yang lamanya lebih dari 2 jam.

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Durasi hujan (mm/menit)

a dan n = persamaan dari rumus (2.25) dan (2.26)

$$\text{Log } a = \frac{\Sigma(\text{Log } I) \times \Sigma(\text{Log } t^2) - \Sigma(\text{Log } t \times \text{Log } I) \times \Sigma(\text{Log } t)}{N \times \Sigma(\text{Log } t)^2 - \Sigma(\text{Log } t) \times \Sigma(\text{Log } t)} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$n = \frac{\Sigma(\text{Log } I) \times \Sigma(\text{Log } t) - N \times \Sigma(\text{Log } t \times \text{Log } I)}{N \times \Sigma(\text{Log } t)^2 - \Sigma(\text{Log } t) \times \Sigma(\text{Log } t)} \dots\dots\dots(2.26)$$

2.3.5. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran (C) adalah perbandingan antara jumlah air hujan yang mengalir atau melimpas diatas permukaan tanah (*surface run-off*) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer (hujan total yang terjadi). Besaran ini dipengaruhi oleh tata guna lahan, kemiringan lahan, jenis dan kondisi tanah. Ketetapan dalam menentukan besarnya debit air sangatlah penting dalam menentukan dimensi saluran. Disamping penentuan luas daerah pelayanan drainase dan curah hujan rencana, juga dibutuhkan besar harga koefisien pengaliran (C).

Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari karena dalam hal ini pengaruh

koefisien pengalir sangat besar dalam menentukan besarnya aliran disuatu tempat daerah tertentu berdasarkan jenis daerah tersebut. Berikut ini adalah tabel koefisien C dalam tabel 2.8.

Tabel 2.8. 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

2.3.6. Debit Rencana

Perhitungan debit rencana untuk saluran drainase didaerah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan 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. Adapun asumsi dari Metode Rasional adalah pengaliran maksimum terjadi kalau lama curah hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya, Metode Rasional sebagai berikut:

$$Q_p = 0,278 \times C \times C_s \times I \times A \dots \dots \dots (2.27)$$

dimana:

Q_p = Debit rencana (m^3/dtk)

C = Koefisien aliran permukaan

C_s = Koefisien tampungan

- I = Intensitas hujan (mm/jam)
 A = Luas daerah pengaliran (km²)

Luas daerah pengaliran pada umumnya diwilayah perkotaan terdiri dari beberapa daerah yang mempunyai karakteristik permukaan tanah yang berbeda (*sub area*) sehingga koefisien pengaliran untuk masing-masing sub area nilainya berbeda untuk menentukan koefisien pengaliran pada wilayah tersebut dilakukan penggabungan masing-masing sub area. Untuk penentuan koefisien limpasan harus dipilih dari pengetahuan akan daerah yang ditinjau terhadap pengalaman, dan harus dipilih dari pembangunan yang akan ditetapkan oleh rencana kota.

Daerah yang memiliki cekungan untuk menampung air hujan relatif mengalirkan air lebih sedikit air hujan dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki cekungan sama sekali. Efek tampungan oleh cekungan ini terhadap debit rencana diperkirakan dengan koefisien tampungan yang diperoleh dengan rumus berikut ini:

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} \dots \dots \dots (2.28)$$

dimana :

- C_s = Koefisien tampungan
 t_c = Waktu konsentrasi (jam)
 t_d = *Konduit time* sampai ketempat pengukuran (menit)

2.3.7. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan dibagian

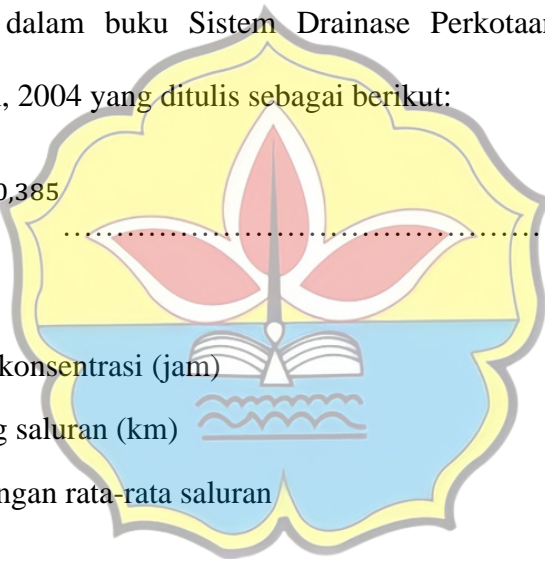
hilir suatu saluran. Waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh, untuk mengalir dari titik terjauh sampai ketempat keluaran Daerah Aliran Sungai (DAS) (titik kontrol), setelah tanah menjadi jenuh dan depresi-depresi kecil terpenuhi.

Dalam hal ini diasumsikan bahwa bila durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi, maka setiap bagian Daerah Aliran Sungai (DAS) secara serentak telah menyumbangkan aliran terhadap titik kontrol. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah dengan rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940) dalam buku Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan karangan Suripin, 2004 yang ditulis sebagai berikut:

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{100 \times S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots(2.29)$$

dimana:

- t_c = Waktu konsentrasi (jam)
- L = Panjang saluran (km)
- S = Kemiringan rata-rata saluran



Waktu konsentrasi dapat juga dihitung dengan membedakannya menjadi dua komponen yaitu waktu yang diperlukan air untuk mengalir dipermukaan lahan sampai saluran terdekat (t_o) dan waktu perjalanan dari pertama masuk saluran sampai titik keluaran t_d sehingga $T_c=t_o+t_d$.

$$t_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \dots\dots\dots(2.30)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60V} \dots\dots\dots(2.31)$$

dimana:

t_o = *Inlet time* ke saluran terdekat (menit)

t_d = *Konduit time* sampai ketempat pengukuran (menit)

n = Angka kekasaran manning

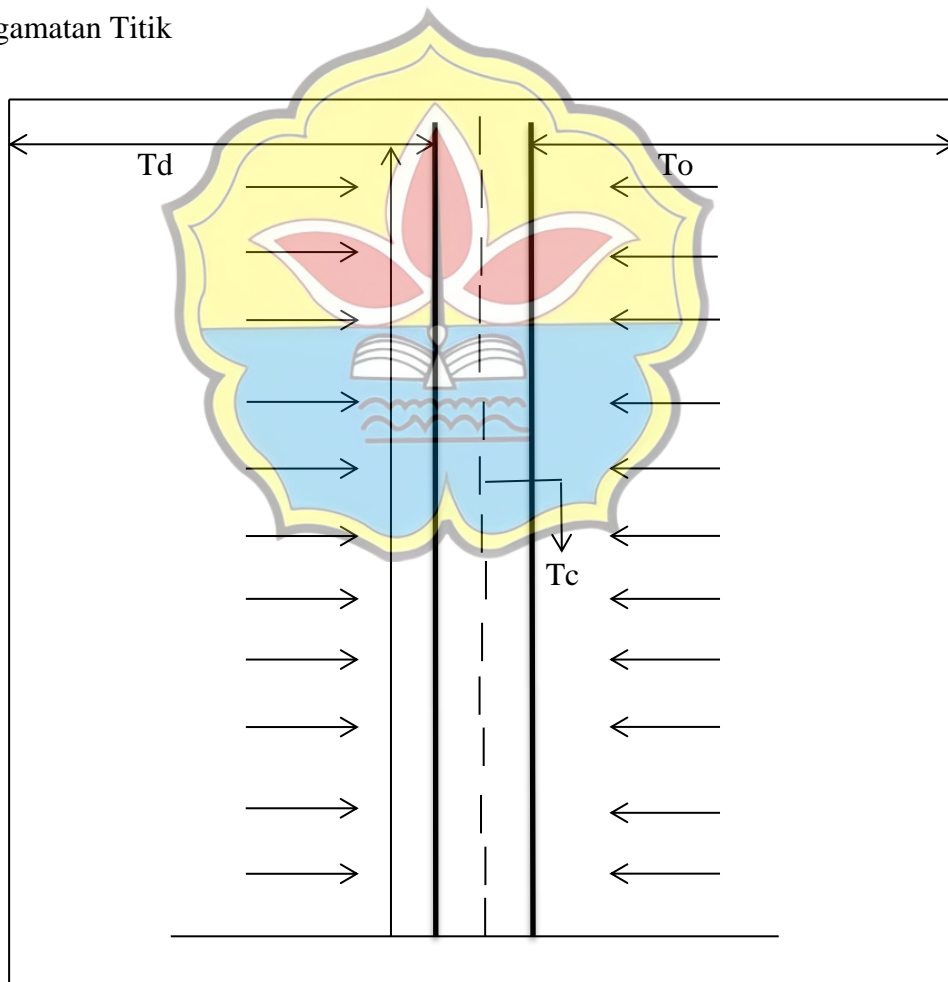
S = Kemiringan lahan

L = Panjang lintasan aliran diatas permukaan lahan (m)

L_s = Panjang lintasan aliran didalam saluran/sungai (m)

V = Kecepatan aliran didalam saluran (m/dtk)

Pengamatan Titik



Gambar 2.3. Lintasan aliran waktu *inlet time* (t_o) dan *conduit time* (t_d)

Sumber: Data olahan, 2019

Keterangan :

T_o = waktu yang diperlukan air untuk mengalir melalui permukaan tanah ke saluran drainase

T_d = waktu pengaliran di dalam saluran dari hulu hingga ketempat pengukuran

T_c = waktu konsentrasi

2.3.8. *Catchment Area*

Catchment area (daerah tangkapan air) merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis yang dapat berupa punggung-punggung bukit atau gunung dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Catchment area dapat dikatakan menjadi suatu ekosistem dimana terdapat banyak aliran sungai, daerah hutan dan komponen penyusun ekosistem lainnya termasuk sumber data alam. Namun, komponen yang terpenting adalah air, yang merupakan zat cair yang terdapat di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat.

2.4. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk menentukan acuan yang digunakan dalam menentukan dimensi hidrolis dari saluran drainase maupun bangunan pelengkap lainnya dimana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun tertutup.

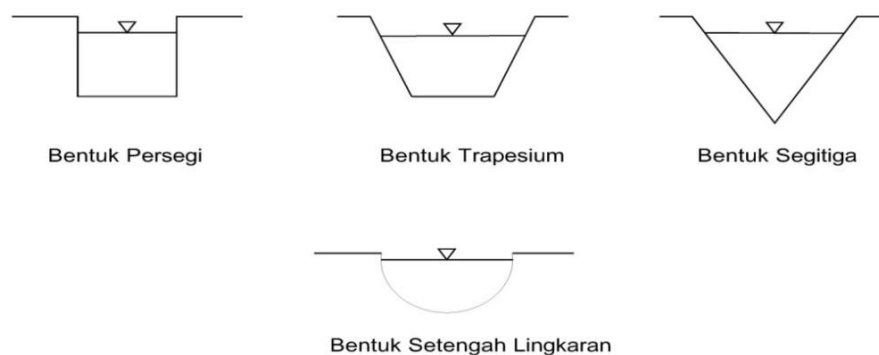
2.4.1. Saluran Terbuka

Menurut Imamzuhri (2014) pada saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas (*free surface*) dimana permukaan bebas ini dipengaruhi oleh tekanan udara secara langsung untuk penyederhanaan dianggap bahwa aliran sejajar, kecepatannya beragam dan kemiringan kecil.

Dalam hal ini permukaan air merupakan garis derajat hidraulik dan dalamnya air sama dengan tinggi tekanan. Kekentalan dan gravitasi mempengaruhi sifat aliran pada saluran terbuka. Saluran terbuka umumnya digunakan pada lahan yang masih memungkinkan (luas), lalu lintas pejalan kakinya relatif jarang, dan beban kiri dan kanan saluran relatif ringan.

Saluran terbuka terdiri dari saluran alam seperti sungai-sungai kecil di daerah hulu (pegunungan) hingga sungai besar di muara dan saluran buatan seperti saluran drainase tepi jalan, saluran irigasi dan lain-lain.

Saluran buatan terbuka dapat berbentuk segitiga, trapesium, segi empat, bulat, setengah lingkaran dan lain-lain.



Gambar 2.4. Tipikal bentuk-bentuk Profil Saluran Terbuka

Sumber: Data olahan, 2019

Beberapa rumusan yang digunakan dalam menentukan dimensi saluran :

a. Kecepatan dalam saluran Chezy

$$V = C\sqrt{RI} \dots \dots \dots (2.32)$$

Dimana:

V = Kecepatan rata-rata (m/dtk)

C = Koefisien Chezy

R = Jari-jari hidrolis (m)

I = Kemiringan atau gradient dari dasar saluran

Koefisien C dapat diperoleh dengan menggunakan salah satu dari pernyataan berikut

- Kutter: $C = \frac{23 + \frac{0,00151}{S} \frac{1}{n}}{1 + \frac{1}{\sqrt{R}} \left(\frac{23 + 0,00155}{S} \right)}$ (2.33)

- Manning: $C = \frac{1}{R} R^{\frac{1}{6}}$ (2.34)

- Bazin: $C = \frac{87}{1 + \frac{m}{\sqrt{R}}}$ (2.35)

dimana:

V = Kecepatan (m/dtk)

C = Koefisien Chezy (m^{1/2}/dtk)

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan dasar saluran (m/m)

n = Koefisien kekasaran manning (dtk/m^{1/3})

m = Koefisien kekasaran, harganya tergantung jenis bahan saluran

b. Debit aliran bila menggunakan rumus Manning

$$Q = A \times V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times A \text{ (m}^3\text{/dtk)} \dots \dots \dots (2.36)$$

dimana:

Q = Debit aliran

A = Luas penampang

V = Kecepatan aliran

R = Jari – jari hidrolis

I = Kemiringan dasar saluran

n = Koefisien Manning

Kondisi debit aliran berfluktuasi sehingga perlu memperhatikan kecepatan aliran. Diupayakan agar pada saat debit pembuangan kecil masih dapat mengangkut sedimen, dan pada keadaan debit besar terhindar dari bahaya erosi.

2.4.2. Saluran Tertutup

Pada sistem saluran tertutup (*pipa flow*) seluruh pipa diisi dengan air sehingga tidak terdapat permukaan yang bebas, oleh karena itu permukaan tidak secara langsung dipengaruhi oleh tekanan udara luar. Saluran tertutup umumnya digunakan pada daerah yang lahannya terbatas (pasar, pertokoan), daerah yang lalu lintas pejalan kakinya padat, dan lahan yang dipakai untuk lapangan parkir.

2.4.3. 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:

$$Q_s \geq Q_T \dots\dots\dots(2.37)$$

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

$$Q_s = A_s \times V \dots\dots\dots(2.38)$$

dimana:

A_s = Luas penampang saluran (m^2)

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

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

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.39)$$

$$R = \frac{A_s}{P} \dots\dots\dots(2.40)$$

dimana:

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

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan dasar saluran

A_s = Luas penampang saluran (m^2)

P = Keliling basah saluran (m)

Nilai koefisien kekasaran Manning (n), untuk saluran pasangan dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9. Koefisien *Manning*

Bahan	Koefisien <i>Manning</i> (n)
Besi tuang dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013

Bahan	Koefisien <i>Manning</i> (<i>n</i>)
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

Dalam pencarian dimensi saluran ada beberapa penampang yang biasa digunakan, yaitu :

1. Penampang Trapesium

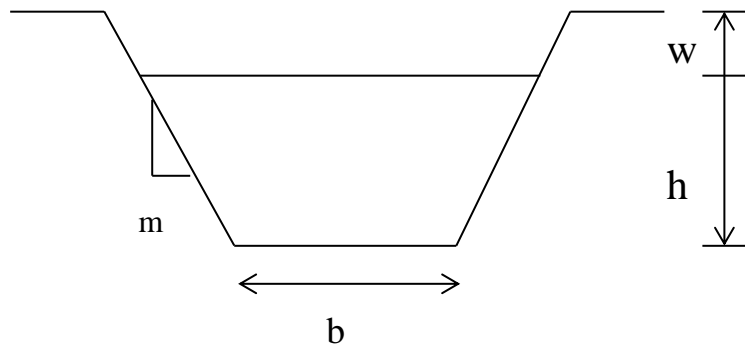
Untuk menghitung luas penampang basah saluran trapesium, keliling basah, jari-jari hidrolis, debit saluran dan tinggi jagaan pada saluran trapesium dapat digunakan rumus sebagai berikut :

- a. Menghitung Luas Penampang Basah (A) :

$$A = (b + mh) h \dots\dots\dots(2.41)$$

- b. Menghitung Lebar Dasar (b) :

$$b = \frac{2}{3} . h \sqrt{3} \dots\dots\dots(2.42)$$



Gambar 2.5. Penampang Trapesium

Sumber : Data Olahan, 2019

c. Menghitung Keliling Basah (Ps) :

$$Ps = b + 2h\sqrt{1 + m^2} \quad \dots\dots\dots(2.43)$$

d. Menghitung jari-jari Hidrolis (Rs) :

$$Rs = A/P \quad \dots\dots\dots(2.44)$$

e. Menghitung Debit Saluran (Qs) :

$$Qs = A \times V = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots(2.45)$$

f. Tinggi Jagaan (W) :

$$w = \sqrt{\frac{h}{2}} \quad \dots\dots\dots(2.46)$$

Dimana :

b = Lebar saluran (m)

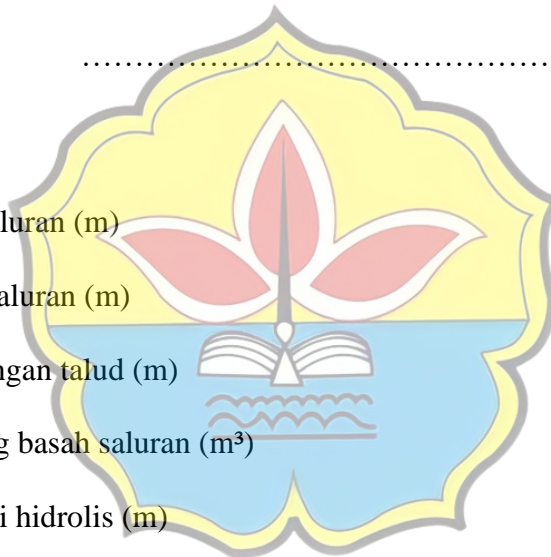
h = Tinggi saluran (m)

m = Kemiringan talud (m)

Ps = Keliling basah saluran (m³)

Rs = Jari-jari hidrolis (m)

A = Luas penampang basah (m²)



2. Penampang Persegi Panjang

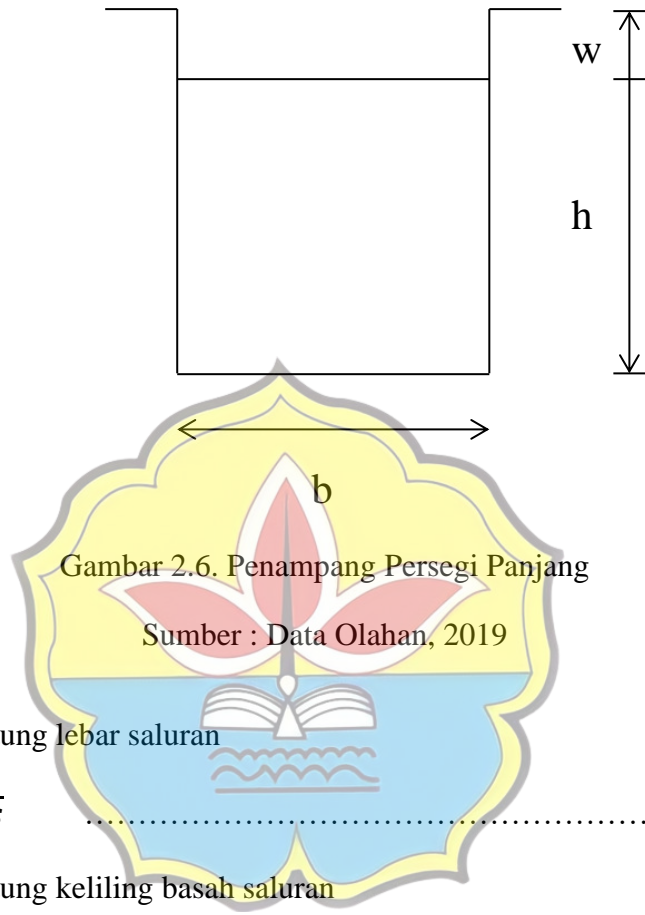
Untuk menghitung luas penampang saluran persegi panjang, tinggi saluran, lebar saluran, keliling saluran dan lain-lain, dapat digunakan rumus sebagai berikut :

a. Menghitung luas penampang saluran (As)

$$As = \frac{QT}{V} \quad \dots\dots\dots(2.47)$$

b. Menghitung tinggi saluran

$$H = \sqrt{As} \dots\dots\dots(2.48)$$



Gambar 2.6. Penampang Persegi Panjang
Sumber : Data Olahan, 2019

c. Menghitung lebar saluran

$$B = \sqrt{As} \dots\dots\dots(2.49)$$

d. Menghitung keliling basah saluran

$$Ps = B + 2H \dots\dots\dots(2.50)$$

e. Menghitung jari-jari hidrolis

$$Rs = \frac{As}{Ps} \dots\dots\dots(2.51)$$

f. Menghitung tinggi jagaan

$$F = 10\% H \dots\dots\dots(2.52)$$

g. Menghitung debit kontrol

$$Qs = As \times V \dots\dots\dots(2.53)$$

Dimana :

h = Tinggi saluran (m)

b = Lebar saluran (m)

P_s = Keliling basah saluran (m^3)

R_s = Jari-jari hidrolis (m)

A_s = Luas penampang basah (m^2)

F = Tinggi jagaan (m)

3. Penampang Lingkaran

Untuk menghitung luas penampang saluran berbentuk lingkaran, diameter saluran, jari-jari hidrolis, dapat digunakan rumus sebagai berikut :

a. Menghitung luas penampang saluran

$$A_s = L (\beta - 2\alpha) + L (ATB) \dots\dots\dots(2.54)$$

b. Menghitung tinggi selokan yang tergenang air

$$h = 0,95 D \dots\dots\dots(2.55)$$

c. Menghitung keliling basah saluran

$$P_s = \frac{\beta}{360} \times 2\pi r \dots\dots\dots(2.56)$$

d. Menghitung jari-jari hidrolis

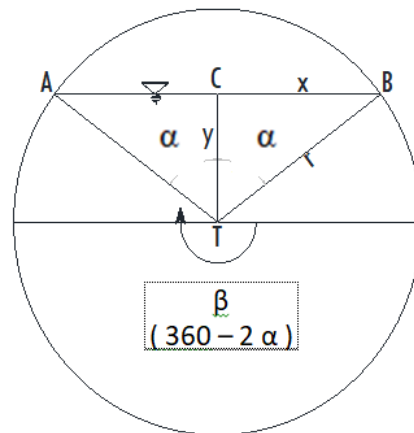
$$R_s = \frac{A_s}{P} \dots\dots\dots(2.57)$$

e. Menghitung tinggi jagaan

$$F = 0,05 D \dots\dots\dots(2.58)$$

f. Menghitung debit kontrol

$$Q_s = A_s \times V \dots\dots\dots(2.59)$$



Gambar 2.7. Penampang Lingkaran

Sumber : Data Olahan, 2019

Dimana :

D = Diameter saluran (m)

h = Tinggi selokan yang tergenang air (m)

P_s = Keliling basah saluran (m^3)

R_s = Jari-jari hidrolis (m)

A_s = Luas penampang basah (m^2)

F = Tinggi jagaan (m)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Gambaran Umum Wilayah Studi

3.1.1. Letak Geografis

Daerah Kelurahan Budiman merupakan salah satu kelurahan yang terdapat di Kecamatan Jambi Timur yang memiliki luas wilayah sebesar 0,63 km² yang merupakan dataran rendah dengan sedikit dataran tinggi, dengan ketinggian 10 meter dari permukaan laut. Orbitrasi wilayah merupakan cekungan dan sebagian wilayah rawan banjir (sumber : pemerintah Kota Jambi, 2013) yang mana berbatasan dengan :

- Sebelah Utara : Kelurahan Rajawali
- Sebelah Timur : Kelurahan Tanjung Pinang
- Sebelah Selatan : Kelurahan Pakuan Baru
- Sebelah Barat : Kelurahan Talang Banjar



Gambar 3.1 Kondisi Drainase yang ada di Kelurahan Budiman

Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2019

3.1.2. Topografi

Secara umum Kelurahan Budiman cenderung berada pada dataran rendah. Kondisi topografi suatu daerah sangat penting dalam perencanaan drainase sehingga dapat diketahui tinggi rendahnya suatu daerah perencanaan (kontur) yang dapat mempermudah dalam merencanakan arah aliran air hujan yang jatuh ke tanah.

3.1.3. Klimatologi dan Hidrologi

Kota Jambi mempunyai iklim tropis dengan suhu rata-rata berkisar antara 26,0°C sampai 27,7°C dengan suhu maksimum 34,9°C dan suhu minimum 21,2°C. (sumber : Bagian Pemerintahan Umum Setda Kota Jambi, 2014).

3.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk mengolah data dalam penulisan ini adalah metode deskriptif dan kuantitatif yaitu metode perhitungan dan penjabaran hasil pengolahan data dilapangan dari lokasi yang dituju. Kemudian menganalisa hasil pengolahan data tersebut sedemikian rupa untuk mendapat kesimpulan.

Data curah hujan digunakan untuk analisa hidrologi meliputi perhitungan curah hujan maksimum suatu wilayah. Perhitungan nilai intensitas hujan daerah aliran sungai serta perhitungan debit banjir rencana pada suatu penampang drainase dipengaruhi oleh iklim yang berupa kelembaban udara, besarnya nilai evaporasi akibat lamanya penyinaran sinar matahari, kondisi permukaan tanah dan jenis vegetasi yang terdapat didalamnya.

3.3. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini, ada beberapa tahapan yang dilakukan untuk mendapatkan kesimpulan. Maka dari itu penelitian ini dibagi dalam beberapa bagian sesuai urutan di bawah ini:

1. Study Literatur

Rumusan-rumusan serta konsep-konsep teoritis dari berbagai literature dipelajari dan dipahami agar landasan teoritis terpenuhi dalam mengembangkan konsep penelitian.

2. Survey Lokasi

Survey lokasi berguna untuk mengetahui kondisi eksisting dan topografi lokasi penelitian. Data yang didapat dilapangan digunakan untuk upaya penanggulangan banjir yang sering terjadi.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan hal yang harus dipahami sebelum melakukan sebuah penelitian, data-data yang terkait dengan studi ini sangat mendukung penyelesaian studi. Oleh karena itu penulis mencari informasi untuk mengetahui sumber-sumber data yang diperlukan, serta mengumpulkan data yang dibutuhkan tersebut. Adapun data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

a. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan pengamatan langsung di lapangan. Dalam penelitian ini yang termasuk data primer yaitu kondisi

eksisting drainase berupa lebar, kedalaman serta panjang drainase yang akan jadi obyek penelitian dan debit aliran drainase.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang mendukung penelitian, yang mana data ini biasanya sudah dalam keadaan diolah. Data sekunder dalam penelitian ini adalah data curah hujan dengan rentang waktu pengamatan selama 10 tahun terakhir yang dapat diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Kota Jambi.

4. Pengolahan dan Analisa Data

Setelah semua data yang dibutuhkan diperoleh, langkah selanjutnya adalah pengolahan data. Data-data yang diperoleh dari instansi terkait dan hasil survey lapangan yang akan dihitung guna dilakukan analisa data sehingga dapat diperoleh kesimpulan akhir yang berarti. Beberapa pengolahan data tersebut berupa:

a. Perhitungan curah hujan rencana

Menghitung curah hujan rata-rata dan menganalisa curah hujan rencana dengan menggunakan analisa frekuensi Metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log – Person III dan Distribusi Gumbel. Selanjutnya intensitas curah hujan rencana dihitung menggunakan persamaan Mononobe.

b. Penentuan *Catchment Area*

Penentuan *catchment area* diperlukan, untuk menentukan batas wilayah tangkapan hujan.

c. Perhitungan debit banjir

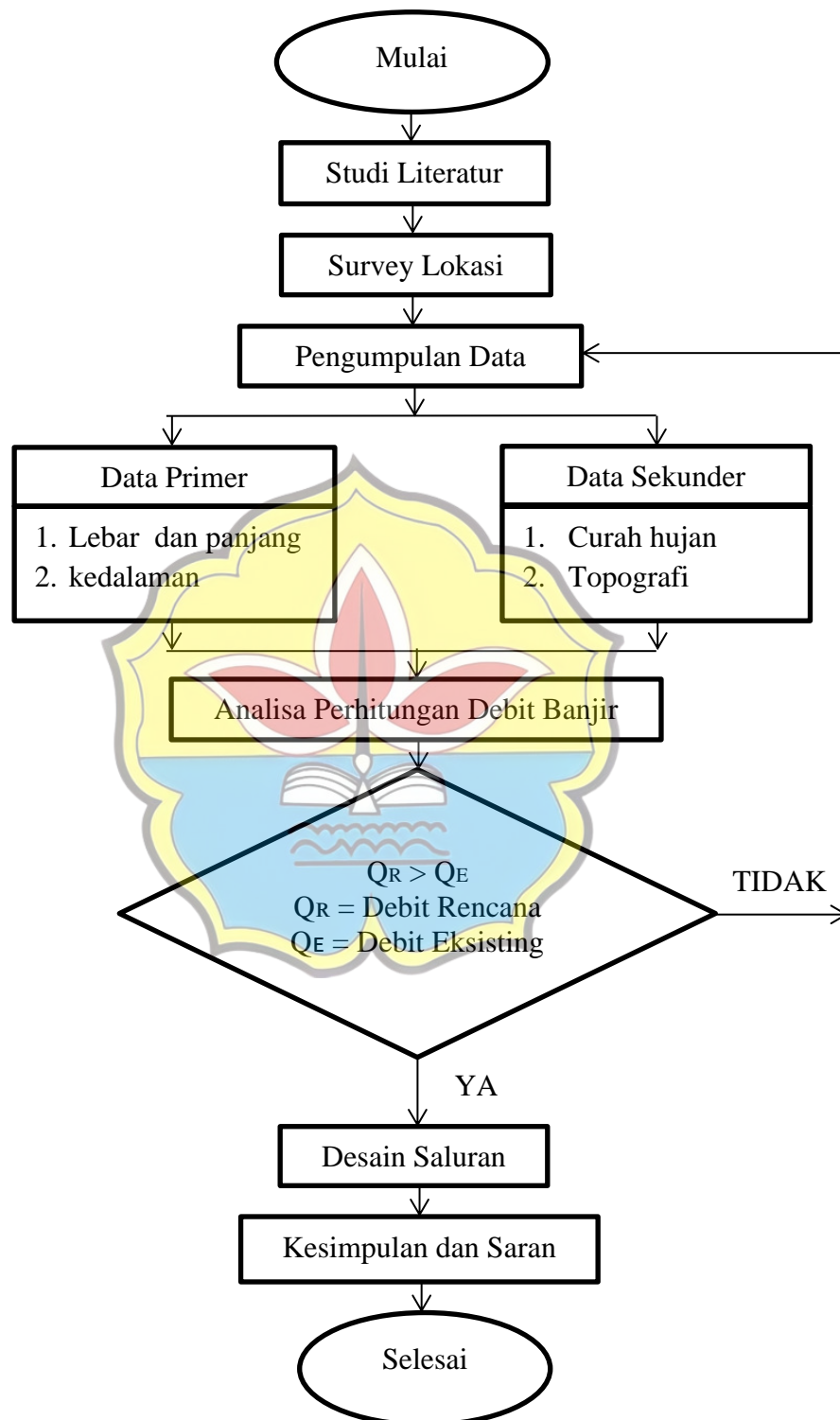
Untuk perhitungan debit banjir rencana ada beberapa cara, dan disini saya menghitung dengan rumus Rasional.

5. Kesimpulan dan Saran

Penarikan kesimpulan dapat dilakukan setelah hasil pengolahan dan analisa data diperoleh, ditambah dengan uraian, informasi yang diperoleh dilapangan dan juga teori-teori yang digunakan sebagai landasan berpikir studi ini.



3.4. Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian

Sumber : Data Olahan, 2019

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Hidrologi

4.1.1. Analisa Curah Hujan Harian Maksimum

Adapun data curah hujan harian maksimum direkap menjadi data curah hujan bulanan maksimum seperti terlihat pada tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1. Tabel Data Curah Hujan Kota Jambi

Thn	Bulan (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2009	117,0	342,0	194,0	177,0	122,0	117,0	60,0	155,0	163,0	171,0	345,0	334,0
2010	112,0	290,0	204,0	220,0	279,0	168,0	389,0	346,0	262,0	373,0	334,0	230,0
2011	322,5	163,8	226,5	268,0	279,0	85,7	146,0	29,5	36,3	247,6	285,8	212,3
2012	136,0	143,0	222,0	244,0	266,0	53,0	108,0	55,0	53,0	277,0	150,0	223,0
2013	150,1	183,6	326,0	125,1	182,8	83,0	209,1	73,4	235,4	325,3	170,7	29,1
2014	91,9	26,2	101,0	338,1	108,9	102,1	195,1	184,7	67,0	100,6	228,0	238,2
2015	158,1	111,4	178,1	303,5	134,2	34,6	73,1	37,4	110,0	36,0	345,2	298,0
2016	104,0	195,0	70,0	234,0	80,0	76,0	127,0	199,0	109,0	130,0	209,0	140,0
2017	129,0	191,0	196,0	298,0	158,0	233,0	55,0	68,0	216,0	230,0	340,0	273,0
2018	134,7	219,5	307,3	211,8	289,6	86,9	31,3	75,3	209,0	137,7	421,4	236,5

Sumber : Stasiun Meteorologi Jambi, 2019

4.2. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Untuk menghitung debit dengan periode ulang tertentu, diperlukan juga hujan maksimum dengan periode ulang tertentu. Hujan maksimum disebut juga hujan rencana. Untuk menghitung hujan rencana maka digunakanlah perhitungan distribusi frekuensi, yaitu :

1. Perhitungan Distribusi Normal

Dari data curah hujan didapat $X = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{3338,200}{10} = 333,820 \text{ mm}$

$$(Xi - X) = 345,000 - 333,820 = 11,180$$

$$(Xi - X)^2 = (11,180)^2 = 124,992$$

$$\text{Deviasi Standar (S)} = \sqrt{\frac{\sum (Xi-X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{24407,936}{10-1}} = 52,077$$

Keterangan : n = jumlah tahun

Tabel 4.2. Analisa Curah Hujan Distribusi Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Xi - X)	(Xi - X) ²
1	2009	345,000	11,180	124,992
2	2010	389,000	55,180	3044,832
3	2011	322,500	-11,320	128,142
4	2012	277,000	-56,820	3228,512
5	2013	326,000	-7,820	61,152
6	2014	338,100	4,280	18,318
7	2015	345,200	11,380	129,504
8	2016	234,000	-99,820	9964,032
9	2017	340,000	6,180	38,192
10	2018	421,400	87,580	7670,256
Jumlah		3338,200		24407,936
X		333,820		
S		52,077		

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi Normal :

- Untuk T = 2 Tahun, maka :

$$KT = 0,00 \text{ (Tabel 2.1. Nilai Variable Reduksi Gauss, hal.15)}$$

$$XT = X + (KT \times S)$$

$$= 333,820 + (0,00 \times 52,077) = 333,820 \text{ mm}$$

Untuk hasil perhitungan curah hujan rencana selanjutnya dapat dilihat pada tabel

4.3 berikut :

Tabel 4.3. Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Normal

No	Periode Ulang (T) Tahun	KT	X	S	Curah Hujan (XT) (mm)
1	2	0,000	333,820	52,077	333,820
2	5	0,840	333,820	52,077	377,565
3	10	1,280	333,820	52,077	400,478
4	20	1,640	333,820	52,077	419,226
5	50	2,050	333,820	52,077	440,577
6	100	2,330	333,820	52,077	455,159

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

2. Perhitungan Distribusi *Log Normal*

$$\text{Log } X_i = \text{Log } (345,000) = 2,5378 = 2,538$$

$$\text{Dari data curah hujan didapat } X = \frac{\sum \text{Log } X_i}{n} = \frac{25,185}{10} = 2,518 \text{ mm}$$

$$(\text{Log } X_i - \sum \text{Log } X) = (2,5378 - 2,518) = 0,019$$

$$(\text{Log } X_i - \sum \text{Log } X)^2 = (0,019)^2 = 0,000375$$

$$\text{Deviasi Standar (S)} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } x_i - \text{Log } X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,045610}{10-1}} = 0,071$$

Keterangan : n = jumlah tahun

Tabel 4.4. Analisa Curah Hujan Distribusi Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Log Xi)	(Log Xi - Log X)	(Log Xi - Log X) ²
1	2009	345,00	2,538	0,019	0,000375
2	2010	389,00	2,590	0,071	0,005112
3	2011	322,50	2,509	-0,010	0,000098
4	2012	277,00	2,442	-0,076	0,005771
5	2013	326,00	2,513	-0,005	0,000027
6	2014	338,10	2,529	0,011	0,000112

7	2015	345,20	2,538	0,020	0,000385
8	2016	234,00	2,369	-0,149	0,022271
9	2017	340,00	2,531	0,013	0,000170
10	2018	421,40	2,625	0,106	0,011288
Jumlah		3338,20	25,185		0,045610
X		333,82	2,518		
S		0,071			

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi *Log Normal* :

- Untuk T = 2 Tahun

$$KT = 0,00 \text{ (Tabel 2.1. Nilai Variable Reduksi Gauss, hal.15)}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } X_T &= \text{Log } X + (KT \times S) \\ &= 2,518 + (0,00 \times 0,071) \\ &= 2,518 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$X_T = 329,951 \text{ mm}$$

Untuk hasil perhitungan curah hujan rencana selanjutnya dapat dilihat pada tabel

4.5 berikut :

Tabel 4.5. Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang (T) Tahun	KT	Log X	Log X _T	S	Curah Hujan (X _T) (mm)
1	2	0,000	2,518	2,518	0,071	329,951
2	5	0,840	2,518	2,578	0,071	378,659
3	10	1,280	2,518	2,610	0,071	406,979
4	20	1,640	2,518	2,635	0,071	431,717
5	50	2,050	2,518	2,664	0,071	461,729
6	100	2,330	2,518	2,684	0,071	483,414

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

3. Perhitungan Distribusi Log Person III

$$\text{Dari data curah hujan didapat } X = \frac{\sum \text{Log } X_i}{n} = \frac{25,185}{10} = 2,518 \text{ mm}$$

$$\text{Deviasi Standar (S)} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } x_i - \text{Log } X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,045610}{10-1}} = 0,071$$

$$\text{Koefisien Kemencengan (G)} = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - X)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 \times (-0,002180)}{(9)(8) \times 0,071^3} = -0,841$$

Tabel 4.6. Analisa Curah Hujan Distribusi Log-Person III

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Log Xi)	(Log Xi - Log X)	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³
1	2009	345,00	2,538	0,019	0,000375	0,000007
2	2010	389,00	2,590	0,071	0,005112	0,000366
3	2011	322,50	2,509	-0,010	0,000098	-0,000001
4	2012	277,00	2,442	-0,076	0,005771	-0,000438
5	2013	326,00	2,513	-0,005	0,000027	0,000000
6	2014	338,10	2,529	0,011	0,000112	0,000001
7	2015	345,20	2,538	0,020	0,000385	0,000008
8	2016	234,00	2,369	-0,149	0,022271	-0,003324
9	2017	340,00	2,531	0,013	0,000170	0,000002
10	2018	421,40	2,625	0,106	0,011288	0,001199
Jumlah		3338,20	25,185		0,045610	-0,002180
X		333,82	2,518			
S		0,071				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person III :

- Untuk T = 2 Tahun

$$KT = 0,132 \text{ (Tabel 2.2 nilai K untuk distribusi Log-Person III, hal. 18)}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } X_T &= \text{Log } X + (KT \times S) \\ &= 2,518 + (0,132 \times 0,071) \\ &= 2,528 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$X_T = 337,169 \text{ mm}$$

Untuk hasil perhitungan curah hujan rencana selanjutnya dapat dilihat pada tabel

4.7 berikut :

Tabel 4.7. Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log-Person III

No	Periode Ulang (T) Tahun	KT	Log X	Log XT	S	Curah Hujan (XT) (mm)
1	2	0,132	2,518	2,528	0,071	337,169
2	5	0,856	2,518	2,579	0,071	379,654
3	10	1,166	2,518	2,601	0,071	399,444
4	20	1,448	2,518	2,622	0,071	418,342
5	50	1,606	2,518	2,633	0,071	429,318
6	100	1,733	2,518	2,642	0,071	438,349

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

4. Perhitungan Distribusi *Gumbel*

Dari data curah hujan didapat $X = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{3338,20}{10} = 333,82 \text{ mm}$

Deviasi Standar (S) $= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } xi - \text{Log } X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{24407,936}{10-1}} = 52,077$

Tabel 4.8. Analisa Curah Hujan Distribusi *Gumbel*

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Xi - X)	(Xi - X) ²
1	2009	345,00	11,180	124,992
2	2010	389,00	55,180	3044,832
3	2011	322,50	-11,320	128,142
4	2012	277,00	-56,820	3228,512
5	2013	326,00	-7,820	61,152
6	2014	338,10	4,280	18,318
7	2015	345,20	11,380	129,504
8	2016	234,00	-99,820	9964,032
9	2017	340,00	6,180	38,192
10	2018	421,40	87,580	7670,256
Jumlah		3338,20		24407,936
X		333,82		
S		52,077		

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Analisa Curah Hujan Rencana *Gumbel*

- Untuk $T = 2$ Tahun

$$Y_t = 0,3668 \text{ (Tabel 2.5 Reduksi Variat (} Y_t \text{) sebagai fungsi periode ulang, hal.20)}$$

$$Y_n = 0,4952 \text{ (Tabel 2.3 Reduksi Standar Deviasi (} Y_n \text{) untuk Distribusi Gumbel, hal. 20)}$$

$$S_n = 0,9496 \text{ (Tabel 2.4 Reduksi Standar Deviasi (} S_n \text{) untuk Distribusi Gumbel, hal. 20)}$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} = -0,135$$

$$X_T = X + (K \times S)$$

$$= 333,82 + (-0,135 \times 52,077) = 326,778 \text{ mm}$$

$$p^{60} = \left[\frac{93+19}{2} \times \frac{X_t}{199} \right] = \left[\frac{93+19}{2} \times \frac{326,778}{199} \right] = 91,958 \text{ mm/menit}$$

Untuk hasil perhitungan curah hujan rencana selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut :

Tab 4.9. Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel

No	Periode Ulang (T) Tahun	Ytr	Yn	Sn	X	S	K	Curah Hujan (XT) (mm)	$P^{60} (T)$ mm/menit
1	2	0,3668	0,4952	0,9496	333,82	52,077	-0,135	326,778	91,958
2	5	1,5004	0,4952	0,9496	333,82	52,077	1,059	388,946	109,452
3	10	2,2510	0,4952	0,9496	333,82	52,077	1,849	430,109	121,036
4	20	2,9709	0,4952	0,9496	333,82	52,077	2,607	469,589	132,146
5	50	3,9028	0,4952	0,9496	333,82	52,077	3,588	520,695	146,527
6	100	4,6012	0,4952	0,9496	333,82	52,077	4,324	558,996	157,305

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.10. Hasil Analisis Frekuensi

Durasi (menit)	Periode Ulang (mm/menit)					
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
5	225,832	346,507	448,188	560,302	725,316	863,157
10	169,021	259,339	335,440	419,350	542,853	646,018
20	117,871	180,856	233,927	292,444	378,571	450,515
30	93,493	143,451	185,546	231,961	300,276	357,341
40	78,771	120,863	156,330	195,436	252,994	301,074
60	61,381	94,181	121,818	152,290	197,141	234,606
80	51,180	78,529	101,573	126,981	164,378	195,617
120	39,393	60,442	78,179	97,735	126,519	150,563

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

$$\begin{aligned}
 P_i &= (0,21 \times \ln x (T) + 0,52) \times (0,54 \times t^{0,25} - 0,50) \times \left[\frac{P^{60} \times 60}{t} \right] \\
 &= (0,21 \times \ln x (2) + 0,52) \times (0,54 \times 5^{0,25} - 0,50) \times \left[\frac{91,958^{60} \times 60}{5} \right] \\
 &= 225,832
 \end{aligned}$$

Keterangan :

T = Tahun

t = Durasi (menit)

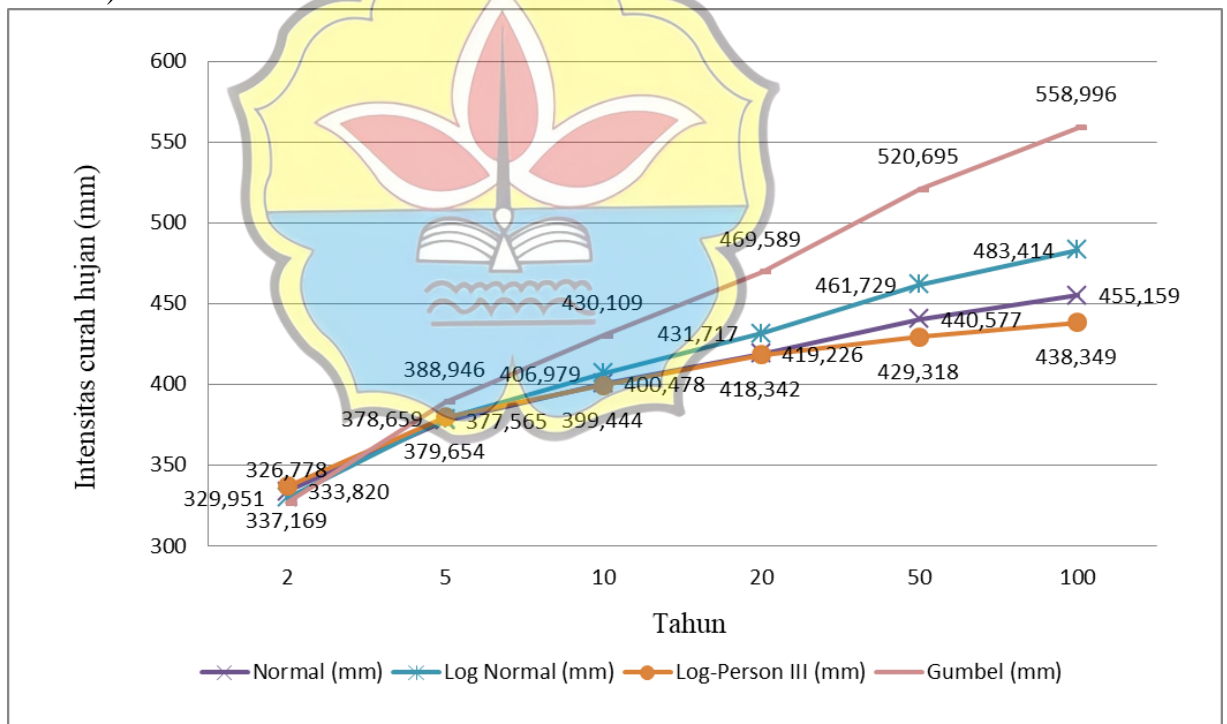
Untuk hasil perhitungan hasil analisis frekuensi selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.11. 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	333,820	329,951	337,169	326,778
2	5	377,565	378,659	379,654	388,946
3	10	400,478	406,979	399,444	430,109
4	20	419,226	431,717	418,342	469,589
5	50	440,577	461,729	429,318	520,695
6	100	455,159	483,414	438,349	558,996

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Gambar 4.1 Grafik Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum (4 metode)

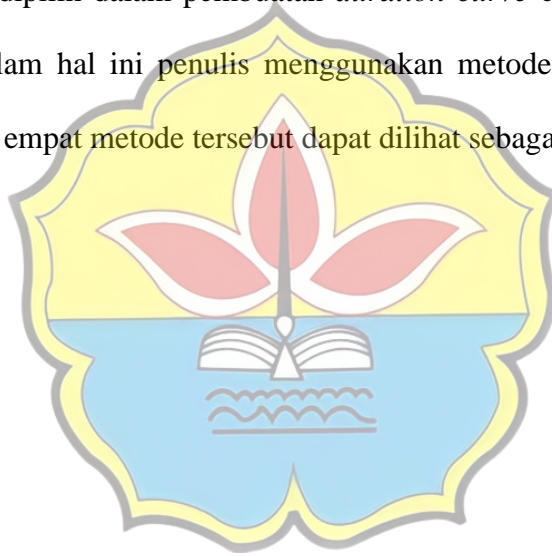


Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Dari hasil analisis distribusi frekuensi hujan dengan 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.

4.3. Perhitungan Uji Kecocokan (Pengujian Distribusi)

Pengujian kecocokan jenis distribusi berfungsi untuk menguji apakah distribusi yang dipilih dalam pembuatan *duration curve* cocok dengan distribusi empirisnya. Dalam hal ini penulis menggunakan metode *Smirnov-Kolmogorov*, adapun hasil uji empat metode tersebut dapat dilihat sebagai berikut :



Tabel 4.12. Uji *Smirnov - Kolmogorov* Metode Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (X) (mm)	X Terurut (mm)	$P(X_i) = \frac{m}{n+1}$	$f(t) = \frac{x-x}{s}$	Luas Wilayah dibawah Kurve Normal	P'(Xi)	ΔP
1	2009	345,00	421,40	0,091	1,68	0,9535	0,047	-0,044
2	2010	389,00	389,00	0,182	1,06	0,8554	0,145	-0,037
3	2011	322,50	345,20	0,273	0,22	0,5871	0,413	0,140
4	2012	277,00	345,00	0,364	0,21	0,5832	0,417	0,053
5	2013	326,00	340,00	0,455	0,12	0,5478	0,452	-0,002
6	2014	338,10	338,10	0,545	0,08	0,5319	0,468	-0,077
7	2015	345,20	326,00	0,636	-0,15	0,4404	0,560	-0,077
8	2016	234,00	322,50	0,727	-0,22	0,4129	0,587	-0,140
9	2017	340,00	277,00	0,818	-1,09	0,1379	0,862	0,044
10	2018	421,40	234,00	0,909	-1,92	0,0274	0,973	0,064
Rata-rata (X)			333,82				ΔP Maksimum	0,140
Standar Deviasi (S)			52,077					

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Dari data-data pada tabel didapat $X = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{3338,20}{10} = 333,82 \text{ mm}$

Deviasi Standar (S) $= \sqrt{\frac{\sum (xi-X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{24407,936}{10-1}} = 52,077$

$P(Xi) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{10+1} = 0,091$

Keterangan $= m = \text{nomor}$

$n = \text{jumlah tahun}$

$f(t) = \frac{x-x}{s} = \frac{421,40-333,82}{52,077} = 1,68$

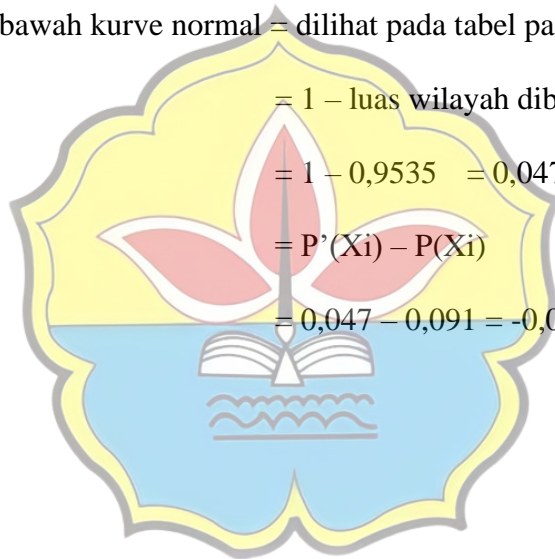
Luas wilayah dibawah kurve normal = dilihat pada tabel pada lampiran

$P'(Xi) = 1 - \text{luas wilayah dibawah kurve normal}$

$= 1 - 0,9535 = 0,047$

$\Delta P = P'(Xi) - P(Xi)$

$= 0,047 - 0,091 = -0,044$



Tabel 4.13. Uji Smirnov - Kolmogorov Metode Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (X) (mm)	X Terurut (mm)	Log Xi	$P(X_i) = \frac{m}{n+1}$	$f(t) = \frac{\text{Log } X - \text{Log } X}{S}$	Luas Wilayah dibawah Kurve Normal	P'(Xi)	ΔP
1	2009	345,00	421,40	2,625	0,091	1,43	0,9236	0,076	-0,015
2	2010	389,00	389,00	2,590	0,182	0,94	0,8264	0,174	-0,008
3	2011	322,50	345,20	2,538	0,273	0,21	0,5832	0,417	0,144
4	2012	277,00	345,00	2,538	0,364	0,20	0,5793	0,421	0,057
5	2013	326,00	34000	2,531	0,455	0,11	0,5438	0,456	0,002
6	2014	338,10	338,10	2,529	0,545	0,08	0,5319	0,468	-0,077
7	2015	345,20	326,00	2,513	0,636	-0,14	0,4443	0,556	-0,081
8	2016	234,00	322,50	2,509	0,727	-0,21	0,4168	0,583	-0,144
9	2017	340,00	277,00	2,442	0,818	-1,14	0,1271	0,873	0,055
10	2018	421,40	234,00	2,369	0,909	-2,17	0,0150	0,985	0,076
Rata-rata (X)			333,82	2,524				ΔP Maksimum	0,144
Standar Deviasi (S)				0,071					

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Dari data-data pada tabel didapat $X = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{3338,20}{10} = 333,82 \text{ mm}$

Deviasi Standar (S) $= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } xi - \text{Log } X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,045610}{10-1}} = 0,071$

Log Xi $= \text{Log } (X \text{ Terurut}) = \text{Log } (421,40) = 2,625$

P(Xi) $= \frac{m}{n+1} = \frac{1}{10+1} = 0,091$

Keterangan $= m = \text{nomor}$

$n = \text{jumlah tahun}$

f (t) $= \frac{\log x - \log x}{s} = \frac{2,625 - 2,524}{52,077} = 1,43$

Luas wilayah dibawah kurve normal = dilihat pada tabel pada lampiran

P'(Xi) $= 1 - \text{luas wilayah dibawah kurve normal}$

$= 1 - 0,9236 = 0,076$

$\Delta P = P'(Xi) - P(Xi)$

$= 0,076 - 0,091 = -0,015$

Tabel 4.14. Uji Smirnov - Kolmogorov Metode Log-Person III

No	Tahun	Curah Hujan Maks (X) (mm)	X Terurut (mm)	Log Xi	$P(Xi) = \frac{m}{n+1}$	$f(t) = \frac{\text{Log } X - \text{Log } X}{S}$	Luas Wilayah dibawah Kurve Normal	P'(Xi)	ΔP
1	2009	345,00	421,40	2,625	0,091	1,43	0,9236	0,076	-0,015
2	2010	389,00	389,00	2,590	0,182	0,94	0,8264	0,174	-0,008
3	2011	322,50	345,20	2,538	0,273	0,21	0,5832	0,417	0,144
4	2012	277,00	345,00	2,538	0,364	0,20	0,5793	0,421	0,057
5	2013	326,00	340,00	2,531	0,455	0,11	0,5438	0,456	0,002
6	2014	338,10	338,10	2,529	0,545	0,08	0,5319	0,468	-0,077
7	2015	345,20	326,00	2,513	0,636	-0,14	0,4443	0,556	-0,081
8	2016	234,00	322,50	2,509	0,727	-0,21	0,4168	0,583	-0,144
9	2017	340,00	277,00	2,442	0,818	-1,14	0,1271	0,873	0,055
10	2018	421,40	234,00	2,369	0,909	-2,17	0,0150	0,985	0,076
Rata-rata (X)			333,82	2,524				ΔP	
Standar Deviasi (S)				0,071				Maksimum	0,144

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.15. Uji *Smirnov - Kolmogorov* Metode Gumbel

No	Tahun	Curah Hujan Maks (X) (mm)	X Terurut (mm)	$P(X_i) = \frac{m}{n+1}$	$f(t) = \frac{X - X}{S}$	Luas Wilayah dibawah Kurve Normal	P'(Xi)	ΔP
1	2009	345,00	421,40	0,091	1,68	0,9535	0,047	-0,044
2	2010	389,00	389,00	0,182	1,06	0,8554	0,145	-0,037
3	2011	322,50	345,20	0,273	0,22	0,5871	0,413	0,140
4	2012	277,00	345,00	0,364	0,21	0,5832	0,413	0,049
5	2013	326,00	340,00	0,455	0,12	0,5478	0,452	-0,002
6	2014	338,10	338,10	0,545	0,08	0,5319	0,468	-0,077
7	2015	345,20	326,00	0,636	-0,15	0,4404	0,560	-0,077
8	2016	234,00	322,50	0,727	-0,22	0,4129	0,587	-0,140
9	2017	340,00	277,00	0,818	-1,09	0,1379	0,862	0,044
10	2018	421,40	234,00	0,909	-1,92	0,0274	0,973	0,064
Rata-rata (X)			333,82				ΔP Maksimum	0,140
Standar Deviasi (S)			52,077					

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Kesimpulan :

Untuk jumlah data $n = 10$ dengan Derajat Kepercayaan $\alpha = 5\%$ didapat ΔP Kritis = 0,41.

Tabel 4.16. Hasil Kesimpulan

ΔP maksimum		\leq	ΔP kritis
Normal	0,140	\leq	0,41
Log Normal	0,144	\leq	0,41
Log-Person III	0,144	\leq	0,41
Gumbel	0,140	\leq	0,41

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Dari hasil pengujian data curah hujan harian maksimum, didapat nilai ΔP maksimum lebih kecil dari nilai ΔP kritis, dengan demikian artinya Distribusi Probabilitas yang dipilih untuk empat metode tersebut (Metode Normal, Metode Log Normal, Metode Log Person III dan Metode Gumbel) **Dapat Diterima**.

Tabel 4.17 Nilai Kritis Uji Smirnov - Kolmogorov

n	Derajat Kepercayaan α			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.48	0.54	0.61	0.73
10	0.34	0.38	0.41	0.51
15	0.27	0.31	0.35	0.41
20	0.24	0.27	0.3	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
$n \geq 50$	$1.07 / n^{0.5}$	$1.22 / n^{0.5}$	$1.36 / n^{0.5}$	$1.63 / n^{0.5}$

Sumber : Bonnier,1980 (dalam buku Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan)

4.4. Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)

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 4.18. 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	225,832	0,699	2,354	1,645	0,489	1129,162	51000,228	255001,139	2,236	504,976	114039,976
10	169,021	1,000	2,228	2,228	1,000	1690,211	28568,130	285681,302	3,162	534,492	90340,360
20	117,871	1,301	2,071	2,695	1,693	2357,415	13893,513	277870,257	4,472	527,134	62133,678
30	93,93	1,477	1,971	2,911	2,182	2804,788	8740,926	262227,789	5,477	512,082	47876,025
40	78,771	1,602	1,896	3,038	2,567	3150,859	6204,944	248197,756	6,325	498,194	39243,511
60	61,381	1,778	1,788	3,179	3,162	3682,877	3767,663	226059,773	7,746	475,457	29184,191
80	51,180	1,903	1,709	3,253	3,622	4094,428	2619,428	209554,215	8,944	457,771	23428,873
120	39,393	2,079	1,595	3,317	4,323	4727,108	1551,774	186212,927	10,954	431,524	16998,837
Jumlah	836,943	11,840	15,613	22,266	19,036	23636,847	116346,606	1950805,159	49,317	3941,631	423245,452

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Keterangan :

I = Didapat dari tabel 4.10 Hasil Analisis Frekuensi

Log t = Log (5) = 0,699

Log I = Log (225,783) = 2,354

Log t x Log I = 0,699 x 2,354 = 1,645

Log t² = 0,699² = 0,489

t x I = 5 x 225,783 = 1128,914

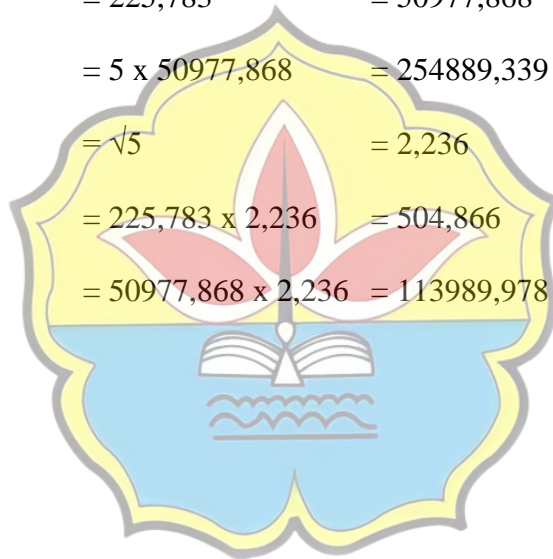
I² = 225,783² = 50977,868

t x I² = 5 x 50977,868 = 254889,339

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

I x \sqrt{t} = 225,783 x 2,236 = 504,866

I² x \sqrt{t} = 50977,868 x 2,236 = 113989,978



Tabel 4.19. 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	346,507	0,699	2,540	1,775	0,489	1732,536	120067,236	600336,180	2,236	774,814	268478,501
10	259,339	1,000	2,414	2,414	1,000	2593,386	67256,492	672564,923	3,162	820,101	212683,703
20	180,856	1,301	2,257	2,937	1,693	3617,114	32708,789	654175,777	4,472	808,811	146278,151
30	143,451	1,477	2,157	3,186	2,182	4303,543	20578,317	617349,514	5,477	785,716	112712,085
40	120,863	1,602	2,082	3,336	2,567	4834,540	14607,983	584319,322	6,325	764,408	92388,997
60	94,181	1,778	1,974	3,510	3,162	5650,846	8870,017	532200,998	7,746	729,521	68706,853
80	78,529	1,903	1,895	3,606	3,622	6282,310	6166,785	493342,803	8,944	702,384	55157,402
120	60,442	2,079	1,781	3,704	4,323	7253,068	3653,263	438391,600	10,954	662,111	40019,495
Jumlah	1284,168	11,840	17,100	24,468	19,036	36267,343	273908,882	4592681,115	49,317	6047,865	996425,187

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.20. 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	448,188	0,699	2,651	1,853	0,489	2240,938	200872,039	1004360,196	2,236	1002,178	449163,534
10	335,440	1,000	2,526	2,526	1,000	3354,398	112519,862	1125198,616	3,162	1060,754	355819,045
20	233,927	1,301	2,369	3,082	1,693	4678,533	54721,682	1094433,641	4,472	1046,152	244722,802
30	185,546	1,477	2,268	3,351	2,182	5566,391	34427,448	1032823,441	5,477	1016,279	188566,899
40	156,330	1,602	2,194	3,515	2,567	6253,204	24439,101	977564,0519	6,325	988,718	154566,448
60	121,818	1,778	2,086	3,709	3,162	7309,050	14839,505	890370,2898	7,746	943,594	114946,310
80	101,573	1,903	2,007	3,819	3,622	8125,814	10317,008	825360,6739	8,944	908,494	92278,129
120	78,179	2,079	1,893	3,936	4,323	9381,434	6111,896	733427,5162	10,954	856,404	66952,466
Jumlah	1660,999	11,840	17,994	25,791	19,036	46909,762	458248,541	7683538,425	49,317	7822,573	1667015,632

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.21. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 20 Tahun

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	$\frac{\text{Log } t \times \text{Log } I}{\text{Log } I}$	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	\sqrt{t}	I x \sqrt{t}	I ² x \sqrt{t}
5	560,302	0,699	2,748	1,921	0,489	2801,511	313938,512	1569692,559	2,236	1252,874	701987,853
10	419,350	1,000	2,623	2,623	1,000	4193,505	175854,828	1758548,278	3,162	1326,103	556101,794
20	292,444	1,301	2,466	3,208	1,693	5848,874	85523,319	1710466,374	4,472	1307,848	382471,908
30	231,961	1,477	2,365	3,494	2,182	6958,830	53805,905	1614177,140	5,477	1270,503	294707,077
40	195,436	1,602	2,291	3,670	2,567	7817,451	38195,336	1527813,452	6,325	1236,048	241568,517
60	152,290	1,778	2,183	3,881	3,162	9137,418	23192,337	1391540,230	7,746	1179,636	179647,071
80	126,981	1,903	2,104	4,004	3,622	10158,496	16124,227	1289938,125	8,944	1135,754	144219,467
120	97,735	2,079	1,990	4,138	4,323	11728,211	9552,148	1146257,806	10,954	1070,634	104638,543
Jumlah	2076,500	11,840	18,770	26,939	19,036	58644,296	716186,611	12008433,963	49,317	9779,399	2605342,230

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.22. 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	725,316	0,699	2,861	1,999	0,489	3626,581	526083,457	2630417,287	2,236	1621,856	1176358,372
10	542,853	1,000	2,735	2,735	1,000	5428,529	294689,286	2946892,859	3,162	1716,652	931889,345
20	378,571	1,301	2,578	3,354	1,693	7571,419	143315,973	2866319,454	4,472	1693,021	640928,514
30	300,276	1,477	2,478	3,660	2,182	9008,267	90165,416	2704962,466	5,477	1644,677	493856,320
40	252,994	1,602	2,403	3,850	2,567	10119,759	64005,956	2560238,24	6,325	1600,074	404809,210
60	197,141	1,778	2,295	4,080	3,162	11828,469	38864,633	2331877,957	7,746	1527,049	301044,150
80	164,378	1,903	2,216	4,217	3,622	13150,264	27020,224	2161617,907	8,944	1470,244	241676,229
120	126,519	2,079	2,102	4,371	4,323	15182,273	16007,043	1920845,156	10,954	1385,946	175348,370
Jumlah	2688,048	11,840	19,667	28,266	19,036	75915,561	1200151,987	20123171,324	49,317	12659,519	4365910,511

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.23. 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	863,157	0,699	2,936	2,052	0,489	4315,784	745039,764	3725198,821	2,236	1930,077	1665959,559
10	646,018	1,000	2,810	2,810	1,000	6460,179	417339,175	4173391,750	3,162	2042,888	1319742,350
20	450,515	1,301	2,654	3,453	1,693	9010,309	202964,182	4059283,638	4,472	2014,766	907683,415
30	357,341	1,477	2,553	3,771	2,182	10720,219	127692,325	3830769,757	5,477	1957,235	699399,669
40	301,074	1,602	2,479	3,971	2,567	12042,942	90645,280	3625811,207	6,325	1904,156	573291,089
60	234,606	1,778	2,370	4,215	3,162	14076,379	55040,120	3302407,211	7,746	1817,253	426338,938
80	195,617	1,903	2,291	4,361	3,622	15649,370	38266,060	3061284,808	8,944	1749,653	342262,046
120	150,563	2,079	2,178	4,528	4,323	18067,547	22669,186	2720302,268	10,954	1649,334	248328,486
Jumlah	3198,891	11,840	20,271	29,161	19,036	90342,730	1699656,092	28498449,460	49,317	15065,363	6183005,553

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.24. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang Tiga Metode

Periode Ulang Tahun (T)	Talbot		Ishiguro		Sherman		
	a	b	a	b	Log a	n	a
2	4851,742	18,134	453,162	-0,378	2,772	0,555	592,054
5	7444,300	18,134	695,312	-0,378	2,958	0,555	908,422
10	9628,782	18,134	899,347	-0,378	3,070	0,555	1174,992
20	12037,434	18,134	1124,320	-0,378	3,167	0,555	1468,918
50	15582,564	18,134	1455,442	-0,378	3,279	0,555	1901,527
100	18543,911	18,134	1732,038	-0,378	3,355	0,555	2262,898

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

1) Talbot

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\Sigma(t \times I) \times \Sigma(I^2) - \Sigma(I^2 \times t) \times \Sigma(I)}{N \times \Sigma(I^2) - \Sigma(I) \times \Sigma(I)} \\
 &= \frac{(23636,847) \times (116346,606) - (1950805,159) \times (836,943)}{8 \times (116346,606) - (836,943) \times (836,943)} = 4851,742 \\
 b &= \frac{\Sigma(I) \times \Sigma(t \times I) - N \times \Sigma(I^2 \times t)}{N \times \Sigma(I^2) - \Sigma(I) \times \Sigma(I)} \\
 &= \frac{(836,943) \times (23636,847) - 8 \times (1950805,159)}{8 \times (116346,606) - (836,943) \times (836,943)} = 18,134
 \end{aligned}$$

2) Ishiguro

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\Sigma(I \sqrt{t}) \times \Sigma(I^2) - \Sigma(I^2 \times \sqrt{t}) \times \Sigma(I)}{N \times \Sigma(I^2) - \Sigma(I) \times \Sigma(I)} \\
 &= \frac{(3941,631) \times (116346,606) - (423245,452) \times (836,943)}{8 \times (116346,606) - (836,943) \times (836,943)} = 453,162 \\
 b &= \frac{\Sigma(I) \times \Sigma(I \sqrt{t}) - N \times \Sigma(I^2 \times \sqrt{t})}{N \times \Sigma(I^2) - \Sigma(I) \times \Sigma(I)} \\
 &= \frac{(836,943) \times (3941,631) - 8 \times (423245,452)}{8 \times (116346,606) - (836,943) \times (836,943)} = -0,378
 \end{aligned}$$

3) Sherman

$$\begin{aligned} \text{Log } a &= \frac{\Sigma(\text{Log } I) \times \Sigma(\text{Log } t)^2 - \Sigma(\text{Log } t \times \text{Log } I) \times \Sigma(\text{Log } t)}{N \times \Sigma(\text{Log } t)^2 - \Sigma(\text{Log } t) \times \Sigma(\text{Log } t)} \\ &= \frac{(15,613) \times (19,036) - (22,266) \times (11,840)}{8 \times (19,036) - (11,840) \times (11,840)} = 2,772 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= 10^{\text{Log } a} \\ &= 10^{\text{Log } 2,772} = 592,054 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{\Sigma(\text{Log } I) \times \Sigma(\text{Log } t) - N \times \Sigma(\text{Log } t \times \text{Log } I)}{N \times \Sigma(\text{Log } t)^2 - \Sigma(\text{Log } t) \times \Sigma(\text{Log } t)} \\ &= \frac{(15,613) \times (11,840) - 8 \times (22,266)}{8 \times (19,036) - (11,840) \times (11,840)} = 0,555 \end{aligned}$$



1). Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Talbot*

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

Tabel 4.25. 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	209,724	321,791	416,218	520,336	673,580	801,588
2	10	172,451	264,602	342,248	427,861	553,870	659,129
3	20	127,229	195,214	252,499	315,662	408,627	486,283
4	30	100,797	154,658	200,041	250,082	323,733	385,256
5	40	83,458	128,054	165,631	207,064	268,046	318,986
6	60	62,095	95,276	123,234	154,061	199,434	237,335
7	80	49,440	75,859	98,119	122,663	158,789	188,965
8	120	35,123	53,892	69,706	87,143	112,808	134,246

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Dimana :

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

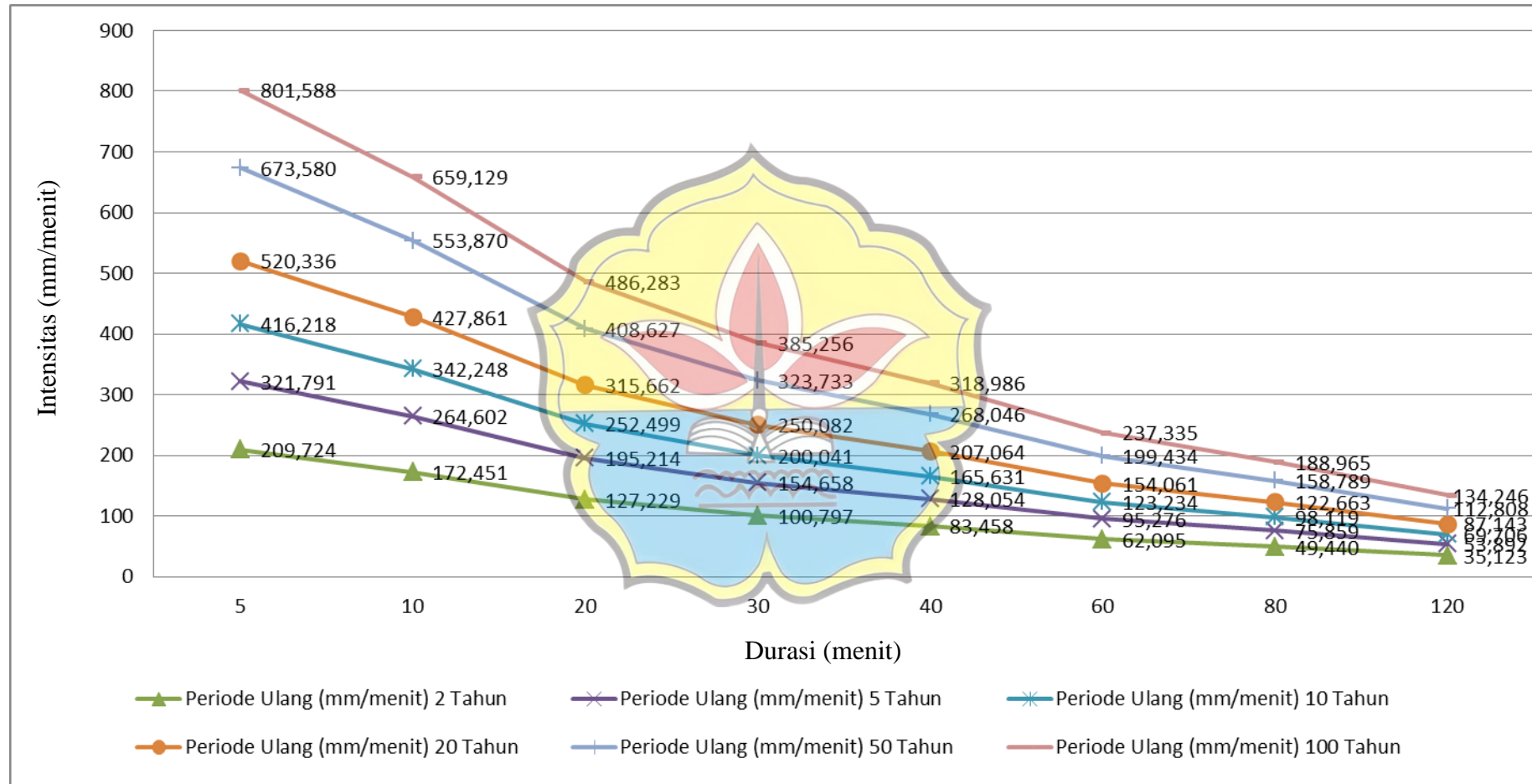
$$= \frac{4851,742}{5+18,134} = 209,724$$

Keterangan :

a dan b = dari perhitungan pada tabel 4.24

t = durasi (menit)

Gambar 4.2 Grafik Intensitas Durasi Metode *Talbot*



Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

2). Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Ishiguro*

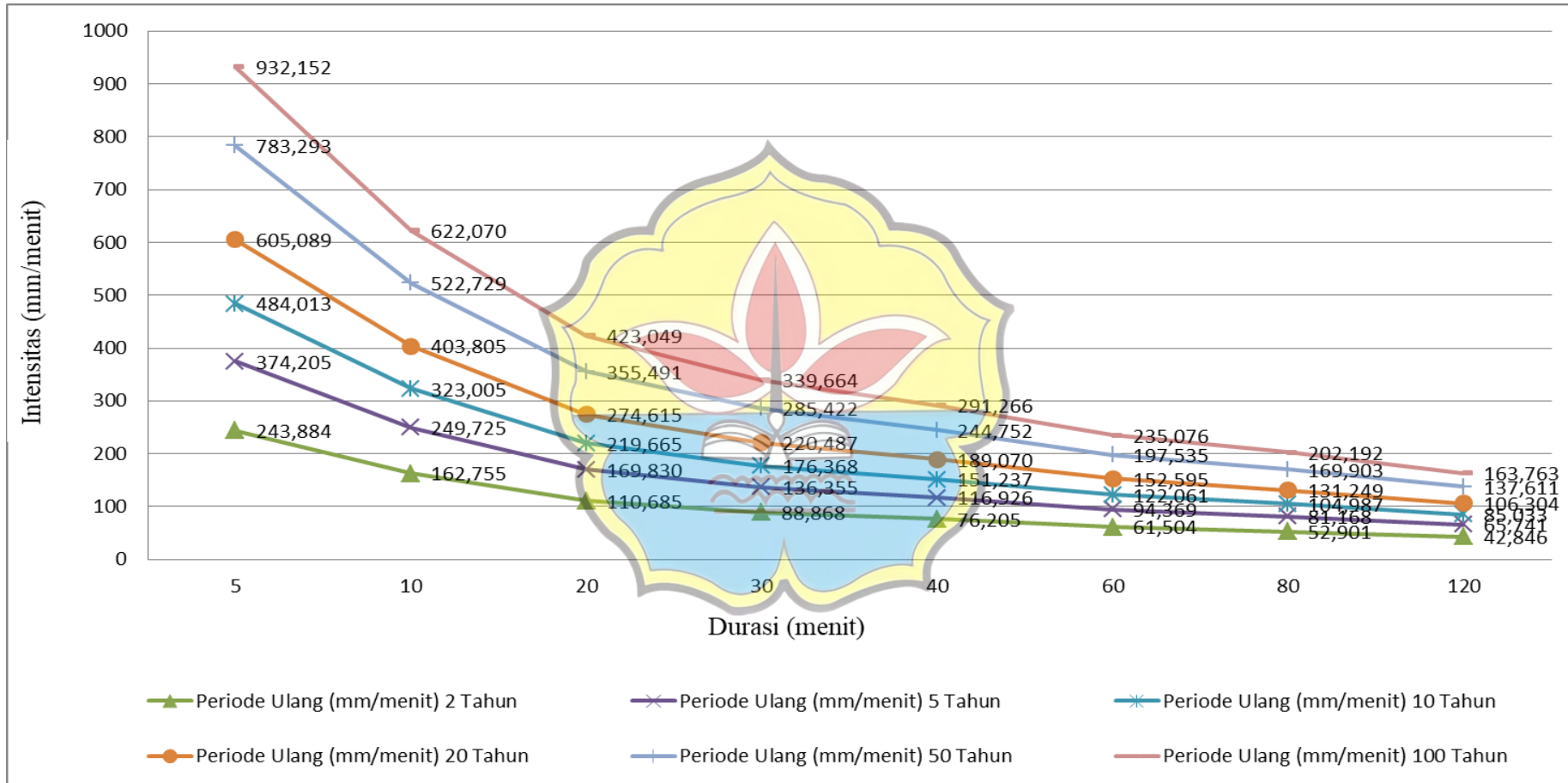
$$I = \frac{a}{\sqrt{t + b}}$$

Tabel 4.26. 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	243,884	374,205	484,013	605,089	783,293	932,152
2	10	162,755	249,725	323,005	403,805	522,729	622,070
3	20	110,685	169,830	219,665	274,615	355,491	423,049
4	30	88,868	136,355	176,368	220,487	285,422	339,664
5	40	76,205	116,926	151,237	189,070	244,752	291,266
6	60	61,504	94,369	122,061	152,595	197,535	235,076
7	80	52,901	81,168	104,987	131,249	169,903	202,192
8	120	42,846	65,741	85,033	106,304	137,611	163,763

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Gambar 4.3. Grafik Intensitas Durasi Metode Ishiguro



Sumber : Hasil perhitungan, 2019

3). Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Sherman*

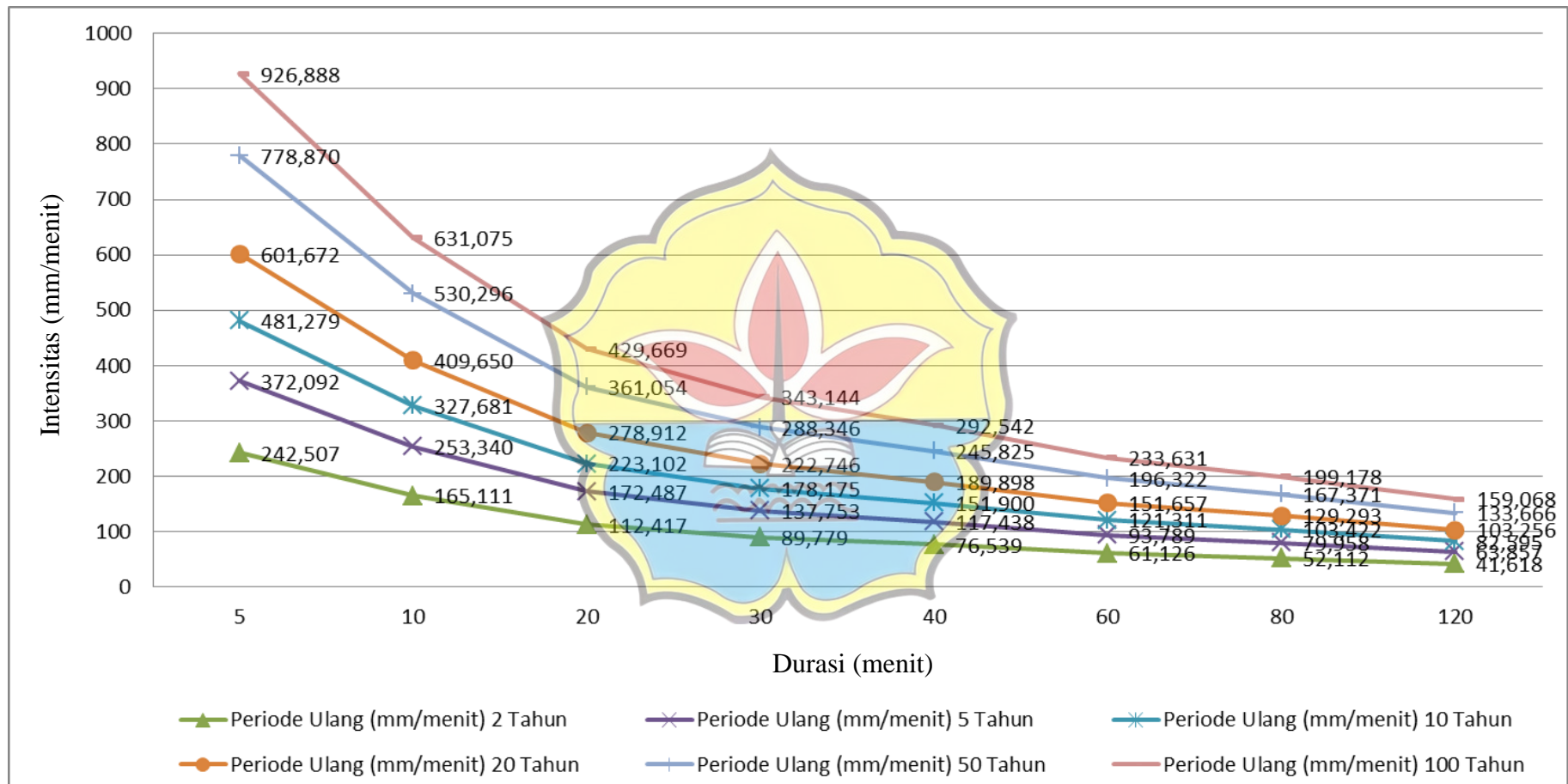
$$I = \frac{a}{t^n}$$

Tabel 4.27. 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	242,507	372,092	481,279	601,672	778,870	926,888
2	10	165,111	253,340	327,681	409,650	530,296	631,075
3	20	112,417	172,487	223,102	278,912	361,054	429,669
4	30	89,779	137,753	178,175	222,746	288,346	343,144
5	40	76,539	117,438	151,900	189,898	245,825	292,542
6	60	61,126	93,789	121,311	151,657	196,322	233,631
7	80	52,112	79,958	103,422	129,293	167,371	199,178
8	120	41,618	63,857	82,595	103,256	133,666	159,068

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Gambar 4.4. Grafik Intensitas Durasi Metode *Sherman*



Sumber : Hasil perhitungan, 2019

Tabel 4.28. 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	225,832	209,724	259,484	243,884	325,862	242,507	278,034
2	10	169,021	172,451	11,767	162,755	39,260	165,111	15,285
3	20	117,871	127,229	87,575	110,685	51,640	112,417	29,747
4	30	93,493	100,797	53,344	88,868	21,388	89,779	13,795
5	40	78,771	83,458	21,963	76,205	6,585	76,539	4,983
6	60	61,381	62,095	0,510	61,504	0,015	61,126	0,065
7	80	51,180	49,440	3,029	52,901	2,959	52,112	0,868
8	120	39,393	35,123	18,225	42,846	11,928	41,618	4,952
Jumlah				455,898		459,637		347,730
Standar Deviasi				7,482		7,514		6,517

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.10

Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.26

Talbot(3) = didapat dari tabel 4.25

Sherman(7) = didapat dari tabel 4.27

Tabel 4.29. Perhitungan Standar 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	346,507	321,791	610,891	374,205	767,161	372,092	654,561
2	10	259,339	264,602	27,703	249,725	92,427	253,340	35,985
3	20	180,856	195,214	206,173	169,830	121,573	172,487	70,032
4	30	143,451	154,658	125,586	136,355	50,353	137,753	32,478
5	40	120,863	128,054	51,707	116,926	15,503	117,438	11,731
6	60	94,181	95,276	1,200	94,369	0,035	93,789	0,153
7	80	78,529	75,859	7,131	81,168	6,966	79,958	2,043
8	120	60,442	53,892	42907	65,741	28,080	63,857	11,659
Jumlah				1073,297		1082,099		818,642
Standar Deviasi				11,540		11,587		10,066

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.30. 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	448,188	416,218	1022,018	484,013	1283,458	481,279	1095,079
2	10	335,440	342,248	46,347	323,005	154,630	327,681	60,203
3	20	233,927	252,499	344,927	219,665	203,391	223,102	117,163
4	30	185,546	200,041	210,105	176,368	84,241	178,175	54,335
5	40	156,330	165,631	86,505	151,237	25,936	151,900	19,625
6	60	121,818	123,234	2,007	122,061	0,059	121,311	0,256
7	80	101,573	98,119	11,930	104,987	11,655	103,422	3,419
8	120	78,179	69,706	71,783	85,033	46,978	82,595	19,505
Jumlah				1795,622		1810,347		1369,586
Standar Deviasi				14,948		15,010		13,046

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.31. 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	560,302	520,336	1597,290	605,089	2005,888	601,672	1711,474
2	10	419,350	427,861	72,434	403,805	241,668	409,650	94,091
3	20	292,444	315,662	539,079	274,615	317,876	278,912	183,111
4	30	231,961	250,082	328,368	220,487	131,658	222,746	84,920
5	40	195,436	207,064	135,197	189,070	40,534	189,898	30,672
6	60	152,290	154,061	3,137	152,595	0,093	151,657	0,401
7	80	126,981	122,663	18,644	131,249	18,215	129,293	5,343
8	120	97,735	87,143	112,188	106,304	73,421	103,256	30,484
Jumlah				2806,339		2829,352		2140,495
Standar Deviasi				18,703		18,779		16,327

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.32. 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	725,316	673,580	2676,663	783,293	3361,373	778,870	2868,009
2	10	542,853	553,870	121,382	522,729	404,975	530,296	157,673
3	20	378,571	408,627	903,363	355,491	532,681	361,054	306,849
4	30	300,276	323,733	550,264	285,422	220,627	288,346	142,304
5	40	252,994	268,046	226,557	244,752	67,926	245,825	51,399
6	60	197,141	199,434	5,257	197,535	0,155	196,322	0,672
7	80	164,378	158,789	31,244	169,903	30,523	167,371	8,954
8	120	126,519	112,808	188,000	137,611	123,036	133,666	51,083
Jumlah				4702,731		4741,296		3586,942
Standar Deviasi				24,225		24,324		21,151

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.33. 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	863,157	801,588	3790,693	932,152	4760,379	926,888	4061,676
2	10	646,018	659,129	171,902	622,070	573,527	631,075	223,296
3	20	450,515	486,283	1279,344	423,049	754,383	429,669	434,559
4	30	357,341	385,256	779,284	339,664	312,451	343,144	201,532
5	40	301,074	318,986	320,851	291,266	96,196	292,542	72,791
6	60	234,606	237,335	7,445	235,076	0,220	233,631	0,951
7	80	195,617	188,965	44,247	202,192	43,227	199,178	12,680
8	120	150,563	134,246	266,246	163,763	174,244	159,068	72,344
Jumlah				9869,243		6714,627		5079,830
Standar Deviasi				35,109		28,954		25,179

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.34. 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	7,482	7,514	6,517
2	5	11,540	11,587	10,066
3	10	14,948	15,010	13,046
4	20	18,703	18,779	16,327
5	50	24,225	24,324	21,151
6	100	35,109	28,954	25,179

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Catatan :

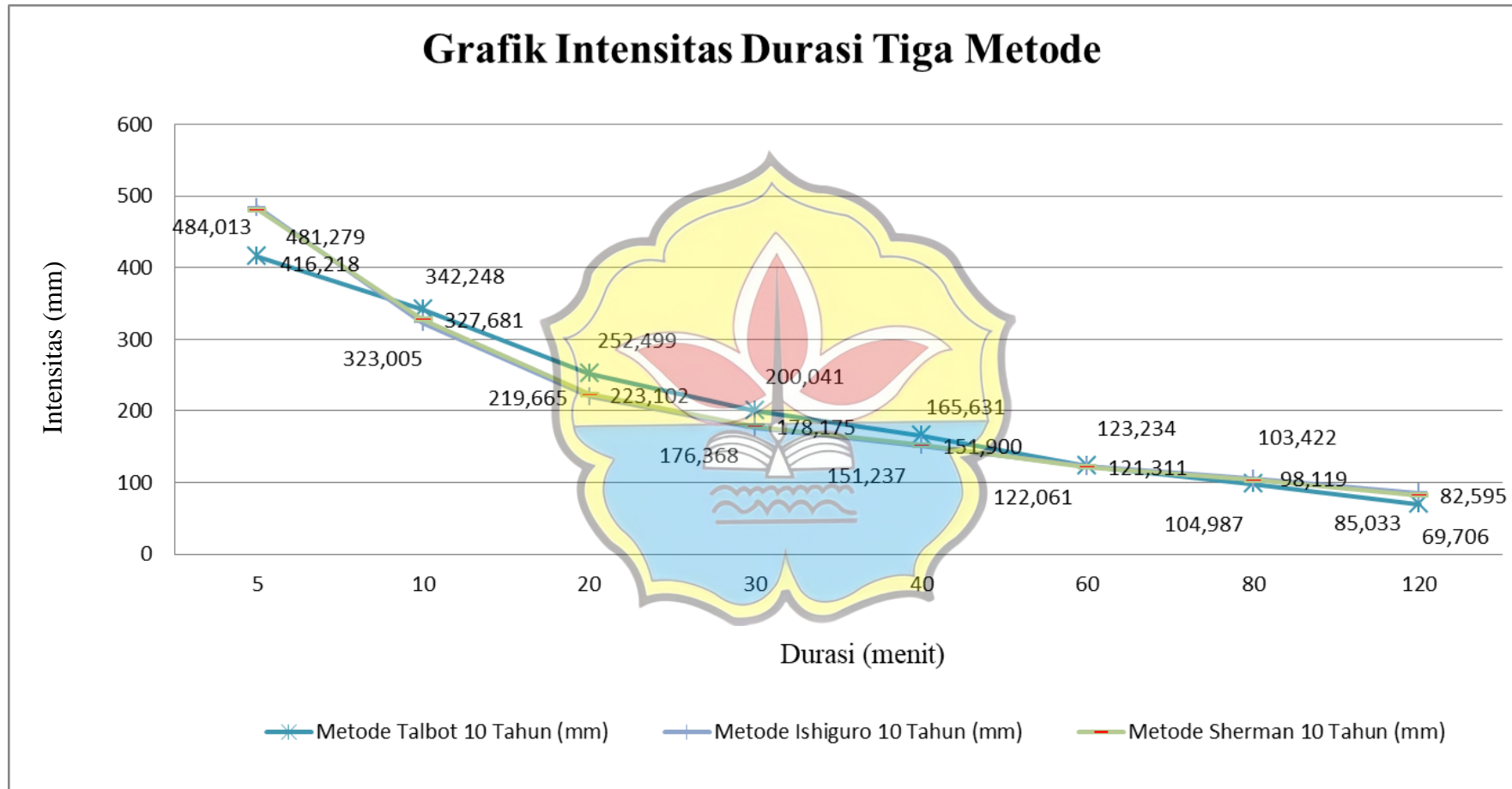
Dari analisis data tersebut diatas dapat dipilih rumus sebagai persamaan regresi intensitas hujan rencana adalah rumus yang mempunyai standard deviasi terkecil. Mengacu pada tabel 4.33, dapat disimpulkan bahwa rumus yang sesuai untuk menentukan *Kurve IDF* dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun adalah rumus dari **Metode Sherman**.

Tabel 4.35. 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	416,218	484,013	481,279
2	10	342,248	323,005	327,681
3	20	252,499	219,665	223,102
4	30	200,041	176,368	178,175
5	40	165,631	151,237	151,900
6	60	123,234	122,061	121,311
7	80	98,119	104,987	103,422
8	120	69,706	85,033	82,595

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Gambar 4.5. Grafik Intensitas Durasi Tiga Metode



Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

4.5. *Catchment Area* (Daerah Tangkapan)

Luas area daerah tangkapan yang diambil pada studi kasus adalah kelurahan Budiman, Jambi Timur. Pembagian zona daerah dipilih berdasarkan area pengaliran yang mengalir ke arah drainase studi kasus. Berikut data luas area dengan pembagian zona, pada tabel 4.36 di bawah ini :

Tabel 4.36. Luas Area Zona Daerah Pengaliran

No	Zona	Luas (Ha)	Luas (km ²)
1	Zona I	16,320	0,1632
2	Zona II	18,830	0,1883
3	Zona III	12,840	0,1284
Jumlah		47,990	0,4799

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.37. Panjang Saluran (Ls)

No	Nama Saluran	Ls (m)	Ls (km)
1	Saluran I	100	0,10
2	Saluran II	150	0,15
3	Saluran III	250	0,25

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

4.5.1. Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran

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

Tabel 4.38. Kemiringan Saluran dan Kecepatan Aliran

Kemiringan Rata-rata Dasar Saluran %	Kecepatan Rata-rata (m/detik)
Kurang dari 1	0,40
1 - 2	0,60
2 - 4	0,90

4 - 6	1,20
Kemiringan Rata-rata Dasar Saluran %	Kecepatan Rata-rata (m/detik)
6 - 10	1.50
10 - 15	2.40

Sumber : Wesli, 2008

1. Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (So) untuk Saluran I.
Ketinggian didapat yang tertinggi 45 meter dan terendah 41 meter, maka :

$$V = \text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah} = 45 - 41 = 4 \text{ meter}$$

Karena beda tinggi kontur tanah 4 meter, maka kecepatan aliran (V) 0,90m/detik untuk Saluran I.

Dengan panjang saluran LS = 100 meter,

$$So = \frac{45-41}{100} = 0,040$$

2. Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (So) untuk Saluran II.
Ketinggian didapat yang tertinggi 41 meter dan terendah 39 meter, maka :

$$V = \text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah} = 41 - 39 = 2 \text{ meter}$$

Karena beda tinggi kontur tanah 2 meter, maka kecepatan aliran (V) 0,90m/detik untuk Saluran II.

Dengan panjang saluran LS = 150 meter,

$$So = \frac{41-39}{150} = 0,013$$

3. Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (So) untuk Saluran III.
Ketinggian didapat yang tertinggi 45 meter dan terendah 39 meter, maka :

$$V = \text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah} = 45 - 39 = 6 \text{ meter}$$

Karena beda tinggi kontur tanah 6 meter, maka kecepatan aliran (V) 1,20m/detik untuk Saluran III.

$$S_o = \frac{18-15}{250} = 0,024$$

4.5.2. Mencari Koefisien Pengaliran (C)

Berdasarkan hasil survey di lokasi, maka dapat disimpulkan bahwa perumahan atau pemukiman yang ada di Kelurahan Budiman, Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi termasuk perumahan kerapatan sedang. Maka dalam perencanaan drainase ini, untuk besarnya nilai koefisien pengaliran (C) diambil sesuai zona, disini penulis mengambil nilai sebesar 0,70. Koefisien pengaliran tersebut didapat dari tabel 4.39.

Tabel 4.39. 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

4.5.3. Perhitungan waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir hulu suatu aliran. Rumus yang dipakai dalam waktu konsentrasi dapat diperoleh menggunakan rumus empiris, salah satunya adalah rumus *kirpich*, seperti berikut ini (Wesli, 2008) :

Saluran I :

$$T_o = \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{L_s}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,77}$$

$$= \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{100}{\sqrt{0,040}} \right)^{0,77} = 0,0389$$

$$T_d = \frac{L_t}{3600 \times V}$$

$$= \frac{100}{3600 \times 0,90} = 0,0309 \text{ jam}$$

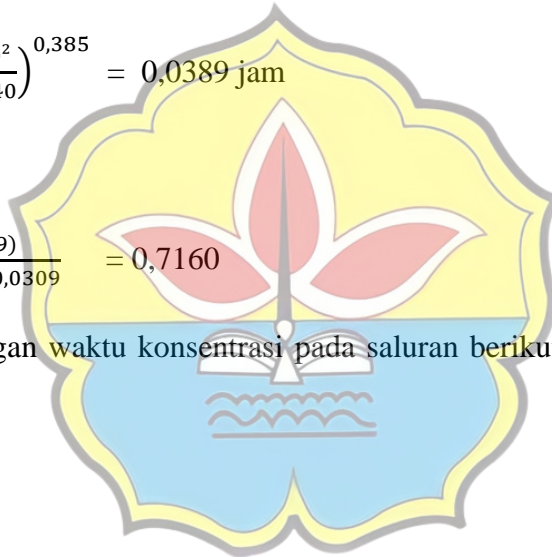
$$T_c = \left(\frac{0,87 \times L_s^2}{1000 \times S_o} \right)^{0,385}$$

$$= \left(\frac{0,87 \times 0,10^2}{1000 \times 0,040} \right)^{0,385} = 0,0389 \text{ jam}$$

$$C_s = \frac{2 T_c}{2 T_c + T_d}$$

$$= \frac{2 (0,0389)}{2 (0,0389) + 0,0309} = 0,7160$$

Untuk perhitungan waktu konsentrasi pada saluran berikutnya dapat dilihat pada tabel 4.40.



Tabel 4.40 Hasil Perhitungan Luas Penampang

No	Nama Saluran	A (Km ²)	L (Km)	V	So	C	A x C (Km ²)	To	Td (jam)	Tc (jam)	Cs	Xt (mm)	It (mm/jam)
1	Saluran I	0,1632	0,1000	0,90	0,0400	0,70	0,1142	0,0389	0,0309	0,0389	0,7160	123,2340	372,1451
2	Saluran II	0,1883	0,1500	0,90	0,0133	0,70	0,1318	0,0812	0,0463	0,0811	0,7780	123,2340	227,9595
3	Saluran III	0,1284	0,2500	1,20	0,0240	0,70	0,0899	0,0959	0,0579	0,0959	0,7682	123,2340	203,9366
							0,3359						

Sumber : Hasil Perhitungan, 2019

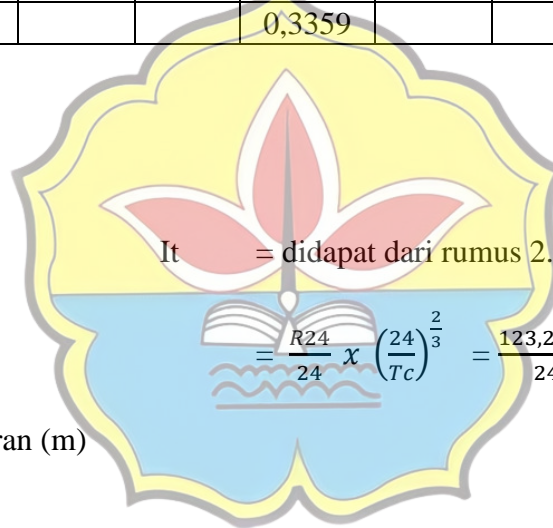
Keterangan :

Xt = didapat dari tabel 4.35

Ai = luas *catchment area* (km²)

L = jarak yang ditempuh aliran di dalam saluran (m)

Ci = koefisien pengaliran



It = didapat dari rumus 2.17

$$= \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{Tc} \right)^{\frac{2}{3}} = \frac{123,2340}{24} \times \left(\frac{24}{0,0389} \right)^{\frac{2}{3}} = 372,1451 \text{ mm/jam}$$

4.5.4. Perhitungan Debit Rencana

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

Dengan memasukkan data dari tabel 4.40, yaitu :

$$\text{Nilai } I_t = 372,1451 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Nilai } \sum A_i C_i = 0,3359 \text{ km}^2$$

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

$$\begin{aligned} Q_T &= 0,278 \times I \times A_i \times C_i \\ &= 0,278 \times I \times (\sum A_i \times C_i) \\ &= 0,278 \times 372,1451 \times 0,3359 = 34,7510 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Keterangan :

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

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

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

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

4.5.5. Nilai Koefisien Manning

Nilai koefisien *Manning* didapatkan berdasarkan tabel 4.40. Pada perhitungan drainase ini diambil nilai koefisien manning adalah 0,013 karena bahan saluran adalah saluran beton.

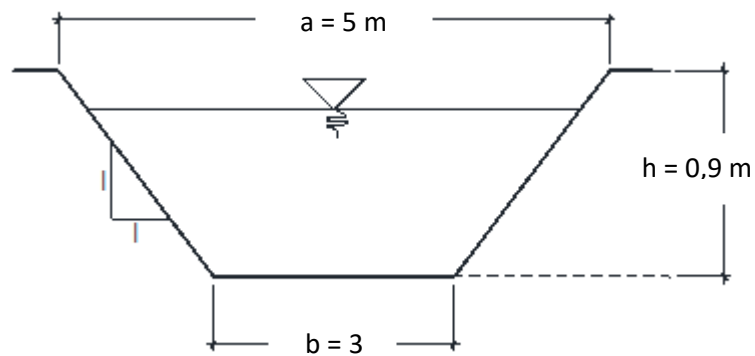
Tabel 4.41 Koefisien *Manning*

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

4.6. Analisa Kapasitas Penampang Saluran Drainase

4.6.1. Penampang Trapesium



Gambar 4.6. Penampang Trapesium

Sumber : Data Olahan, 2019

$$a). \text{ Luas Penampang (A)} = (b + m \cdot h) \cdot h$$

$$= (3 + 1 \times 0,9) \times 0,9 = 3,510 \text{ m}^2$$

$$b). \text{ Keliling Basah (P)} = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{m^2 + 1}$$

$$= 3 + 2 \times 0,9 \sqrt{1^2 + 1} = 5,546 \text{ m}$$

$$c). \text{ Jari-jari Hidrolis (R)} = \frac{A}{P} = \frac{3,510}{5,546} = 0,633 \text{ m}$$

$$d). \text{ Kemiringan (So)} = \frac{\text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah}}{\text{jarak}}$$

$$= \frac{45 - 39}{250} = 0,024 \text{ m}$$

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

$$= \frac{1}{0,013} \times 0,633^{2/3} \times 0,024^{1/2} = 8,785 \text{ m/detik}$$

$$f). \text{ Debit Saluran (Qsaluran)} = A \times V \leq Q_T$$

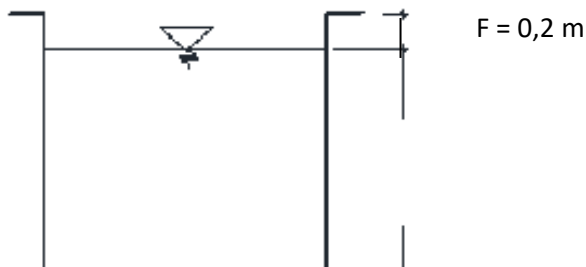
$$= 3,510 \times 8,785 \leq 34,751 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 30,835 \text{ m}^3/\text{detik} \leq 34,751 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil perhitungan *check* debit kontrol didapat Debit Saluran (Q_E) = 30,835 m³/detik lebih kecil dari Debit Rencana (Q_T) = 34,751 m³/detik maka tidak aman. Untuk itu perlu adanya redesain dimensi saluran sebagai berikut :

4.7. Perhitungan Rencana Dimensi Saluran Drainase

4.7.1. Penampang Persegi Panjang

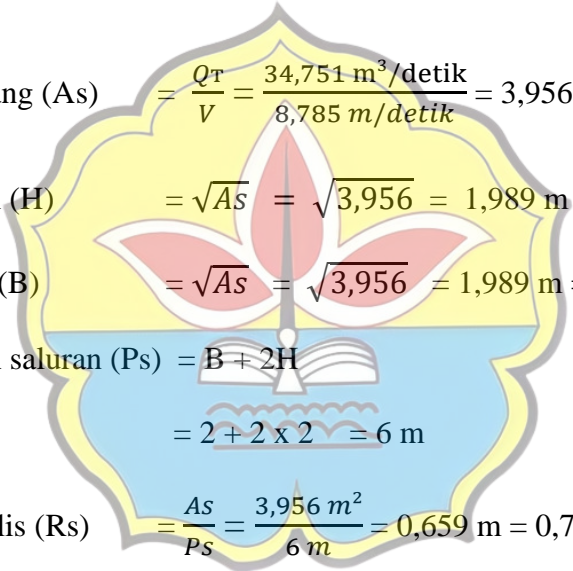


$$h = 2 \text{ m}$$

$$b = 2 \text{ m}$$

Gambar 4.8. Penampang Persegi Panjang

Sumber : Data Olahan, 2019

- 
- a). Luas Penampang (A_s) $= \frac{Q_T}{V} = \frac{34,751 \text{ m}^3/\text{detik}}{8,785 \text{ m}/\text{detik}} = 3,956 \text{ m}^2$
- b). Tinggi saluran (H) $= \sqrt{A_s} = \sqrt{3,956} = 1,989 \text{ m} = 2 \text{ m}$
- c). Lebar saluran (B) $= \sqrt{A_s} = \sqrt{3,956} = 1,989 \text{ m} = 2 \text{ m}$
- d). Keliling basah saluran (P_s) $= B + 2H$
 $= 2 + 2 \times 2 = 6 \text{ m}$
- e). Jari-jari Hidrolis (R_s) $= \frac{A_s}{P_s} = \frac{3,956 \text{ m}^2}{6 \text{ m}} = 0,659 \text{ m} = 0,7 \text{ m}$
- f). Tinggi jagaan (F) $= 10\% \times H$
 $= 10\% \times 1,989 \text{ m} = 0,199 \text{ m} = 2 \text{ m}$
- g). Debit saluran (Q_{saluran}) =

$$Q_E = A_s \times v \geq Q_T$$

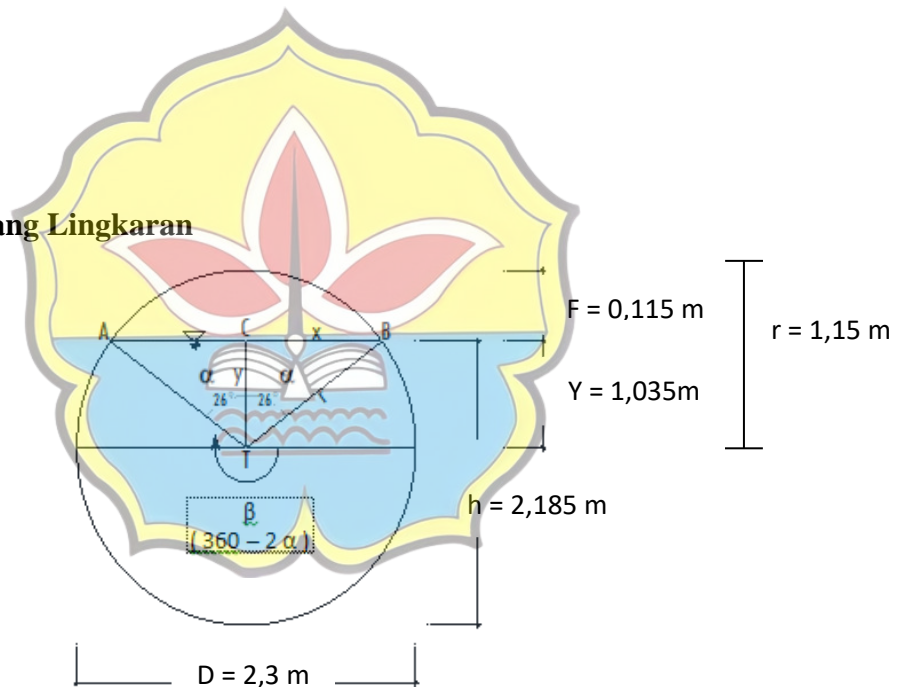
$$= A_s \times \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \geq 34,751 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 3,956 \times \frac{1}{0,013} \cdot 0,7^{2/3} \cdot 0,024^{1/2} \geq 34,751 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 37,166 \text{ m}^3/\text{detik} \quad \geq \quad 34,751 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dari hasil perhitungan *check* debit kontrol didapat Debit Saluran (Q_E) = 37,166 m³/detik lebih besar dari Debit Rencana (Q_T) = 34,751 m³/detik, maka Aman dapat digunakan.

4.7.2. Penampang Lingkaran



Gambar 4.9. Penampang Lingkaran

Sumber : Data Olahan, 2019

Diketahui : $D = 2,3 \text{ m}$

$$a). r = \frac{1}{2} D$$

$$= \frac{1}{2} \times 2,3 = 1,15 \text{ m}$$

$$\text{b). } h = 0,95 D$$

$$= 0,95 \times 2,3 = 2,185 \text{ m}$$

$$\text{c). } F = 0,05 D$$

$$= 0,05 \times 2,3 = 0,115 \text{ m}$$

$$\text{d). } y = D - (r + F)$$

$$= 2,3 - (1,15 + 0,115) = 1,035 \text{ m}$$

$$\text{e). } \cos \alpha = \frac{y}{r} = \frac{1,035}{1,15}$$

$$\alpha = \arccos \frac{1,035}{1,15} = 25,842^\circ = 26^\circ$$

$$\text{f). } \beta = 360 - 2\alpha$$

$$= 360 - 2(26^\circ) = 308^\circ$$

$$\text{g). } \operatorname{tg} \alpha = \frac{x}{y}$$

$$x = \operatorname{tg} \alpha \cdot y$$

$$x = \operatorname{tg} (26) \times 1,035 = 0,505 \text{ m}$$

$$\text{h). Panjang AB} = 2(x)$$

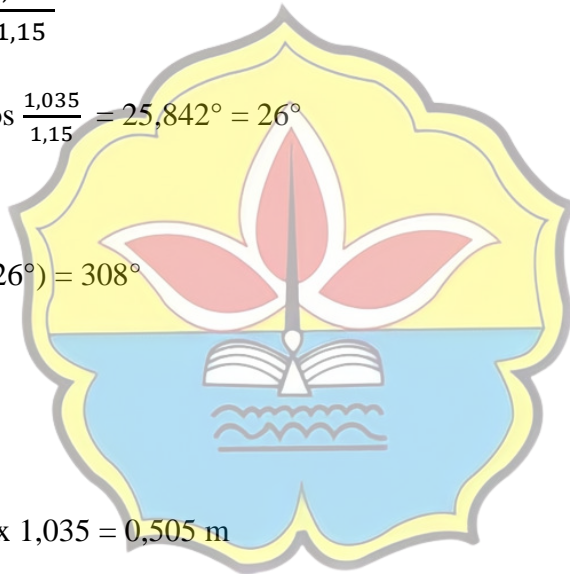
$$= 2(0,505) = 1,01 \text{ m}$$

$$\text{i). } L \beta = \frac{\beta}{360} \times \pi r^2$$

$$= \frac{308}{360} \times 3,14 \times 1,15^2$$

$$= 3,553 \text{ m}^2$$

$$\text{j). } L (\text{segitiga BCT}) = \frac{1}{2} \times X \times Y$$



$$= \frac{1}{2} \times 0,505 \times 1,035$$

$$= 0,261 \text{ m}^2$$

$$\text{k). } L_{\text{D}} = L_{\beta} + 2 \times L \text{ (segitiga BCT)}$$

$$= 3,553 + 2 \times 0,261 = 4,075 \text{ m}^2$$

$$\text{l). } P = \frac{\beta}{360} \times 2\pi r$$

$$= \frac{308}{360} \times 2 \times 3,14 \times 1,15 = 6,179 \text{ m}$$

$$\text{m). } R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{4,075}{6,179} = 0,659$$

$$\text{n). } S = \frac{\text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah}}{\text{jarak}}$$

$$= \frac{45 - 39}{250} = 0,024 \text{ m}$$

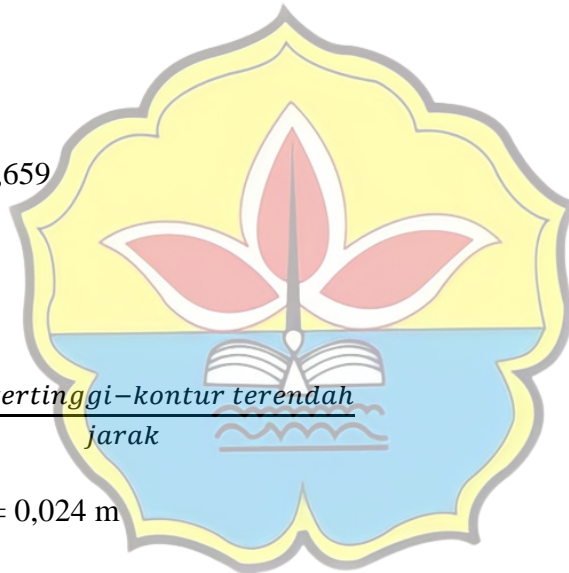
$$\text{o). } V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,013} \times 0,659^{2/3} \times 0,024^{1/2} = 9,024 \text{ m/detik}$$

$$\text{p). } Q_E = A \times V \geq Q_T$$

$$= 4,075 \times 9,024 \geq 34,751 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 36,773 \text{ m}^3/\text{detik} \geq 34,751 \text{ m}^3/\text{detik}$$



Dari hasil perhitungan *check* debit kontrol didapat Debit Saluran (Q_E) = 36,773 m³/detik lebih besar dari Debit Rencana (Q_T) = 34,751 m³/detik, maka Aman dapat digunakan.

Tabel 4.42. Hasil Rekapitulasi Penampang Saluran

No	Dimensi Saluran	Jenis Saluran		
		Eksisting (Trapesium)	Persegi Panjang	Lingkaran
1	Konstruksi	Beton	Beton	Beton
2	Lebar Atas (m)	5	2	-
3	Lebar Bawah (m)	3	2	-
4	Tinggi Saluran (m)	0,9	2	-
5	Diameter (m)	-	-	2,3
6	Koefisien Manning	0,013	0,013	0,013
7	Kemiringan (So)	0,024	0,024	0,024
8	Luas Penampang (m ²)	3,510	3,956	4,075
9	Keliling Basah (m)	5,546	6	6,179
10	Jari-jari Hidrolis (m)	0,633	0,7	0,659
11	Debit Saluran (m ³ /detik)	30,835	37,166	36,773
12	Debit Rencana (m ³ /detik)	34,751	34,751	34,751

Sumber : Data Olahan, 2019

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

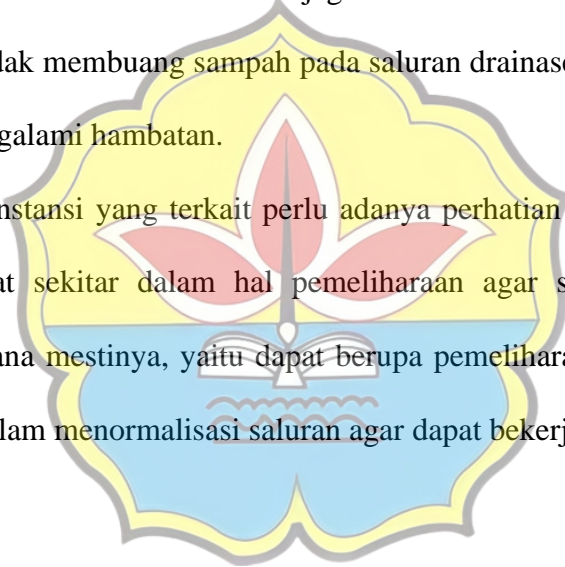
Berdasarkan hasil tinjauan dan perhitungan sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun, maka didapat intensitas curah hujan dengan durasi 60 menit sebesar = 372,1451 mm/jam.
2. Direncanakan saluran yang baru agar dapat menyalurkan air secara optimal. Berdasarkan hasil perhitungan Q10 tahun maka debit yang diperoleh sebesar = 34,751 m³/detik, dari besar debit tersebut akan digunakan untuk merencanakan saluran baru. Direncanakan saluran dengan penampang persegi panjang dengan lebar dan tinggi 2 m dan saluran dengan penampang lingkaran dengan diameter 2,3 m.
3. Pemecahan masalah banjir yang sering terjadi di Kelurahan Budiman lebih tepatnya pada kawasan rumah warga yang ada disekitar drainase adalah mendesain ulang saluran agar dapat mengalirkan debit maksimum saat terjadi hujan deras dengan durasi yang lama.

5.2. Saran

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

1. Untuk menghindari terjadinya genangan air terhadap intensitas curah hujan yang begitu tinggi, maka diperlukan perencanaan yang cukup matang.
2. Kepada masyarakat Kelurahan Budiman, khususnya yang tinggal dipinggiran drainase untuk merawat dan menjaga saluran drainase tersebut salah satunya dengan tidak membuang sampah pada saluran drainase agar air yang mengalir tidak mengalami hambatan.
3. Kepada instansi yang terkait perlu adanya perhatian dan kerja sama dengan masyarakat sekitar dalam hal pemeliharaan agar saluran dapat berfungsi sebagaimana mestinya, yaitu dapat berupa pemeliharaan rutin berupa gotong royong dalam menormalisasi saluran agar dapat bekerja secara optimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Try Ayu. 2018, "*Evaluasi Sistem Drainase dalam Upaya Penanggulangan Banjir di Kelurahan Lumpue Kecamatan Bacukiki Bara Kota Parepare*", Universitas Alauddin : Makassar.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). 2019. Sultan Thaha Kota Jambi.
- Hasmar, halim H.A. 2012, "*Drainase Terapan*", Yogyakarta : UII press, edisi cetakan pertama.
- Kamiana, Made. 2011. "*Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*". Palangka Raya : Graha Ilmu.
- SNI 03 – 3424 – 1994 Tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan.
- Suripin. 2004, "*Sistem Drainase Perkotaan Berkelanjutan*", Andi. Yogyakarta.
- Wesli. 2008. "*Drainase Perkotaan*". Yogyakarta : edisi cetakan pertama.
- Zuhri, Imam. 2014. "*Drainase Perkotaan*". Penerbit : Gunadarma, Jakarta.

1. Table Analisa Curah Hujan Distribusi Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi)	$(Xi - \bar{X})$	$(Xi - \bar{X})^2$
		(mm)		
1	2011	345,000	11,180	124,992
2	2012	389,000	55,180	3044,832
3	2013	322,500	-11,320	128,142
4	2014	277,000	-56,820	3228,512
5	2015	326,000	-7,820	61,152
6	2016	338,100	4,280	18,318
7	2017	345,200	11,380	129,504
8	2018	234,000	-99,820	9964,032
9	2019	340,000	6,180	38,192
10	2020	421,400	87,580	7670,256
Jumlah		3338,200		24407,936
\bar{X}		333,820		
S		52,077		

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

2. Table Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Normal

No	Periode Ulang (T)	KT	\bar{X}	S	Curah Hujan (XT)
	Tahun				(mm)
1	2	0,000	333,820	52,077	333,820
2	5	0,840	333,820	52,077	377,565
3	10	1,280	333,820	52,077	400,478
4	20	1,640	333,820	52,077	419,226
5	50	2,050	333,820	52,077	440,577
6	100	2,330	333,820	52,077	455,159

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

3. Table Analisa Curah Hujan Distribusi Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi)	(Log Xi)	$(\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{X})$	$(\text{Log } Xi - \text{Log } \bar{X})^2$
		(mm)			
1	2011	345,00	2,538	0,019	0,000375
2	2012	389,00	2,590	0,071	0,005112
3	2013	322,50	2,509	-0,010	0,000098
4	2014	277,00	2,442	-0,076	0,005771

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Log Xi)	(Log Xi - Log \bar{X})	(Log Xi - Log \bar{X}) ²
5	2015	326,00	2,513	-0,005	0,000027
6	2016	338,10	2,529	0,011	0,000112
7	2017	345,20	2,538	0,020	0,000385
8	2018	234,00	2,369	-0,149	0,022271
9	2019	340,00	2,531	0,013	0,000170
10	2020	421,40	2,625	0,106	0,011288
Jumlah		3338,20	25,185		0,045610
\bar{X}		333,82	2,518		
S		0,071			

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

4. Table Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang (T)	KT	Log \bar{X}	Log XT	S	Curah Hujan (XT)
	Tahun					(mm)
1	2	0,000	2,518	2,518	0,071	329,951
2	5	0,840	2,518	2,578	0,071	378,659
3	10	1,280	2,518	2,610	0,071	406,979
4	20	1,640	2,518	2,635	0,071	431,717
5	50	2,050	2,518	2,664	0,071	461,729
6	100	2,330	2,518	2,684	0,071	483,414

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

5. Table Analisa Curah Hujan Distribusi Log-Person III

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi)	(Log Xi)	(Log Xi - Log \bar{X})	(Log Xi - Log \bar{X}) ²	(Log Xi - Log \bar{X}) ³
		(mm)				
1	2011	345,00	2,538	0,019	0,000375	0,000007
2	2012	389,00	2,590	0,071	0,005112	0,000366
3	2013	322,50	2,509	-0,010	0,000098	-0,000001
4	2014	277,00	2,442	-0,076	0,005771	-0,000438
5	2015	326,00	2,513	-0,005	0,000027	0,000000
6	2016	338,10	2,529	0,011	0,000112	0,000001
7	2017	345,20	2,538	0,020	0,000385	0,000008
8	2018	234,00	2,369	-0,149	0,022271	-0,003324
9	2019	340,00	2,531	0,013	0,000170	0,000002
10	2020	421,40	2,625	0,106	0,011288	0,001199
Jumlah		3338,20	25,185		0,045610	-0,002180
\bar{X}		333,82	2,518			
S		0,071				

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

6. Table Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log-Person III

No	Periode Ulang (T)	KT	Log \bar{X}	Log XT	S	Curah Hujan (XT)
	Tahun					(mm)
1	2	0,132	2,518	2,528	0,071	337,169
2	5	0,856	2,518	2,579	0,071	379,654
3	10	1,166	2,518	2,601	0,071	399,444
4	20	1,448	2,518	2,622	0,071	418,342
5	50	1,606	2,518	2,633	0,071	429,318
6	100	1,733	2,518	2,642	0,071	438,349

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

7. Table Analisa Curah Hujan Distribusi Gumbel

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi)	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$
		(mm)		
1	2011	345,00	11,180	124,992
2	2012	389,00	55,180	3044,832
3	2013	322,50	-11,320	128,142
4	2014	277,00	-56,820	3228,512
5	2015	326,00	-7,820	61,152
6	2016	338,10	4,280	18,318
7	2017	345,20	11,380	129,504
8	2018	234,00	-99,820	9964,032
9	2019	340,00	6,180	38,192
10	2020	421,40	87,580	7670,256
Jumlah		3338,20		24407,936
\bar{X}		333,82		
S		52,077		

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

8. Table Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel

No	Periode Ulang (T) Tahun	Ytr	Yn	Sn	\bar{X}	S	K	Curah Hujan (XT) (mm)	$P^{60} (T)$ mm/menit
1	2	0,3668	0,4952	0,9496	333,82	52,077	0,135	326,778	91,958
2	5	1,5004	0,4952	0,9496	333,82	52,077	1,059	388,946	109,452
3	10	2,2510	0,4952	0,9496	333,82	52,077	1,849	430,109	121,036
4	20	2,9709	0,4952	0,9496	333,82	52,077	2,607	469,589	132,146
5	50	3,9028	0,4952	0,9496	333,82	52,077	3,588	520,695	146,527
6	100	4,6012	0,4952	0,9496	333,82	52,077	4,324	558,996	157,305

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

9. Table Hasil Analisis Frekuensi

Durasi (menit)	Periode Ulang (mm/menit)					
	2	5	10	20	50	100
	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun	Tahun
5	225,832	346,507	448,188	560,302	725,316	863,157
10	169,021	259,339	335,440	419,350	542,853	646,018
20	117,871	180,856	233,927	292,444	378,571	450,515
30	93,493	143,451	185,546	231,961	300,276	357,341
40	78,771	120,863	156,330	195,436	252,994	301,074
60	61,381	94,181	121,818	152,290	197,141	234,606
80	51,180	78,529	101,573	126,981	164,378	195,617
120	39,393	60,442	78,179	97,735	126,519	150,563

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

10. Table Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum (4 metode)

No	Periode Ulang (T)	Normal	Log Normal	Log-Person III	Gumbel
	Tahun	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	2	333,820	329,951	337,169	326,778
2	5	377,565	378,659	379,654	388,946
3	10	400,478	406,979	399,444	430,109
4	20	419,226	431,717	418,342	469,589
5	50	440,577	461,729	429,318	520,695
6	100	455,159	483,414	438,349	558,996

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

11. Table Uji Smirnov - Kolmogorov Metode Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (X) (mm)	X Terurut (mm)	$P(X_i) = \frac{m}{n+1}$	$f(t) = \frac{\frac{x - \bar{x}}{s}}{s}$	Luas Wilayah dibawah Kurve Normal	P'(Xi)	ΔP
1	2011	345,00	421,40	0,091	1,68	0,9535	0,047	- 0,044
2	2012	389,00	389,00	0,182	1,06	0,8554	0,145	- 0,037
3	2013	322,50	345,20	0,273	0,22	0,5871	0,413	0,140
4	2014	277,00	345,00	0,364	0,21	0,5832	0,417	0,053
5	2015	326,00	340,00	0,455	0,12	0,5478	0,452	- 0,002
6	2016	338,10	338,10	0,545	0,08	0,5319	0,468	- 0,077
7	2017	345,20	326,00	0,636	-0,15	0,4404	0,560	- 0,077
8	2018	234,00	322,50	0,727	-0,22	0,4129	0,587	- 0,140
9	2019	340,00	277,00	0,818	-1,09	0,1379	0,862	0,044
10	2020	421,40	234,00	0,909	-1,92	0,0274	0,973	0,064
Rata-rata (\bar{x})			333,82				ΔP Maksimum	0,140
Standar Deviasi (S)			52,077					

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

12. Table Uji Smirnov - Kolmogorov Metode Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (X)	X Terurut	Log Xi	$P(X_i) = \frac{m}{n+1}$	$f(t) = \frac{\log X - \log \bar{X}}{S}$	Luas Wilayah dibawah	P'(Xi)	ΔP
		(mm)	(mm)				Kurve Normal		
1	2011	345,00	421,40	2,625	0,091	1,43	0,9236	0,076	-0,015
2	2012	389,00	389,00	2,590	0,182	0,94	0,8264	0,174	-0,008
3	2013	322,50	345,20	2,538	0,273	0,21	0,5832	0,417	0,144
4	2014	277,00	345,00	2,538	0,364	0,20	0,5793	0,421	0,057
5	2015	326,00	34000	2,531	0,455	0,11	0,5438	0,456	0,002
6	2016	338,10	338,10	2,529	0,545	0,08	0,5319	0,468	-0,077
7	2017	345,20	326,00	2,513	0,636	-0,14	0,4443	0,556	-0,081
8	2018	234,00	322,50	2,509	0,727	-0,21	0,4168	0,583	-0,144
9	2019	340,00	277,00	2,442	0,818	-1,14	0,1271	0,873	0,055
10	2020	421,40	234,00	2,369	0,909	-2,17	0,0150	0,985	0,076
Rata-rata (\bar{X})			333,82	2,524				ΔP Maksimum	0,144
Standar Deviasi (S)				0,071					

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

13. Tabel Uji Smirnov - Kolmogorov Metode Log-Person III

No	Tahun	Curah Hujan Maks (X)	X Terurut	Log Xi	$P(X_i) = \frac{m}{n+1}$	$f(t) = \frac{\log X - \log \bar{X}}{S}$	Luas Wilayah dibawah	P'(Xi)	ΔP
		(mm)	(mm)				Kurve Normal		
1	2011	345,00	421,40	2,625	0,091	1,43	0,9236	0,076	-0,015
2	2012	389,00	389,00	2,590	0,182	0,94	0,8264	0,174	-0,008
3	2013	322,50	345,20	2,538	0,273	0,21	0,5832	0,417	0,144
4	2014	277,00	345,00	2,538	0,364	0,20	0,5793	0,421	0,057
5	2015	326,00	340,00	2,531	0,455	0,11	0,5438	0,456	0,002
6	2016	338,10	338,10	2,529	0,545	0,08	0,5319	0,468	-0,077
7	2017	345,20	326,00	2,513	0,636	-0,14	0,4443	0,556	-0,081
8	2018	234,00	322,50	2,509	0,727	-0,21	0,4168	0,583	-0,144
9	2019	340,00	277,00	2,442	0,818	-1,14	0,1271	0,873	0,055
10	2020	421,40	234,00	2,369	0,909	-2,17	0,0150	0,985	0,076
Rata-rata (X)			333,82	2,524				ΔP	0,144
Standar Deviasi (S)				0,071				Maksimum	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

14. Table Uji Smirnov - Kolmogorov Metode Gumbel

No	Tahun	Curah Hujan Maks (X)	X Terurut	$P(X_i) = \frac{m}{n+1}$	$f(t) = \frac{X - \bar{X}}{S}$	Luas Wilayah dibawah	P'(Xi)	ΔP
		(mm)	(mm)			Kurve Normal		
1	2011	345,00	421,40	0,091	1,68	0,9535	0,047	-0,044
2	2012	389,00	389,00	0,182	1,06	0,8554	0,145	-0,037
3	2013	322,50	345,20	0,273	0,22	0,5871	0,413	0,140
4	2014	277,00	345,00	0,364	0,21	0,5832	0,413	0,049
5	2015	326,00	340,00	0,455	0,12	0,5478	0,452	-0,002
6	2016	338,10	338,10	0,545	0,08	0,5319	0,468	-0,077
7	2017	345,20	326,00	0,636	-0,15	0,4404	0,560	-0,077
8	2018	234,00	322,50	0,727	-0,22	0,4129	0,587	-0,140

9	2019	340,00	277,00	0,818	-1,09	0,1379	0,862	0,044
10	2020	421,40	234,00	0,909	-1,92	0,0274	0,973	0,064
Rata-rata (\bar{X})			333,82				ΔP Maksimum	0,140
Standar Deviasi (S)			52,077					

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

15. Table Hasil Kesimpulan

ΔP maksimum		\leq	ΔP kritis
Normal	0,140	\leq	0,41
Log Normal	0,144	\leq	0,41
Log-Person III	0,144	\leq	0,41
Gumbel	0,140	\leq	0,41

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

16. Table Nilai Kritis Uji Smirnov – Kolmogorov

n	Derajat Kepercayaan α			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.48	0.54	0.61	0.73
10	0.34	0.38	0.41	0.51
15	0.27	0.31	0.35	0.41
20	0.24	0.27	0.3	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
$n \geq 50$	$1.07 / n^{0.5}$	$1.22 / n^{0.5}$	$1.36 / n^{0.5}$	$1.63 / n^{0.5}$

Sumber : Suripin tahun 2004

17. Table Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2 Tahun

t	I	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
(menit)	(mm/menit)										
5	225,83	0,6	2,3	1,6	0,4	1129,	51000,	255001,	2,2	504,9	11403
	2	99	54	45	89	162	228	139	36	76	9,976
10	169,02	1,0	2,2	2,2	1,0	1690,	28568,	285681,	3,1	534,4	90340,
	1	00	28	28	00	211	130	302	62	92	360
20	117,87	1,3	2,0	2,6	1,6	2357,	13893,	277870,	4,4	527,1	62133,
	1	01	71	95	93	415	513	257	72	34	678
30	93,93	1,4	1,9	2,9	2,1	2804,	8740,9	262227,	5,4	512,0	47876,
		77	71	11	82	788	26	789	77	82	025
40	78,771	1,6	1,8	3,0	2,5	3150,	6204,9	248197,	6,3	498,1	39243,
		02	96	38	67	859	44	756	25	94	511
60	61,381	1,7	1,7	3,1	3,1	3682,	3767,6	226059,	7,7	475,4	29184,
		78	88	79	62	877	63	773	46	57	191
80	51,180	1,9	1,7	3,2	3,6	4094,	2619,4	209554,	8,9	457,7	23428,
		03	09	53	22	428	28	215	44	71	873
120	39,393	2,0	1,5	3,3	4,3	4727,	1551,7	186212,	10,	431,5	16998,
		79	95	17	23	108	74	927	954	24	837
Jumlah	836,94	11,	15,	22,	19,	23636	11634	195080	49,	3941,	42324
	3	840	613	266	036	,847	6,606	5,159	317	631	5,452

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022



18. Table Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 5 Tahun

t	I	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
(menit)	(mm/menit)										
5	346,507	0,699	2,540	1,775	0,489	1732,536	120067,236	600336,180	2,236	774,814	268478,501
10	259,339	1,000	2,414	2,414	1,000	2593,386	67256,492	672564,923	3,162	820,101	212683,703
20	180,856	1,301	2,257	2,937	1,693	3617,114	32708,789	654175,777	4,472	808,811	146278,151
30	143,451	1,477	2,157	3,186	2,182	4303,543	20578,317	617349,514	5,477	785,716	112712,085
40	120,863	1,602	2,082	3,336	2,567	4834,540	14607,983	584319,322	6,325	764,408	92388,997
60	94,181	1,778	1,974	3,510	3,162	5650,846	8870,017	532200,998	7,746	729,521	68706,853
80	78,529	1,903	1,895	3,606	3,622	6282,310	6166,785	493342,803	8,944	702,384	55157,402
120	60,442	2,079	1,781	3,704	4,323	7253,068	3653,263	438391,600	10,954	662,111	40019,495
Jumlah	1284,168	11,840	17,100	24,468	19,036	36267,343	27390,882	459268,115	49,317	6047,865	99642,5187

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

19. Table Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 10 Tahun

t	I	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
(menit)	(mm/menit)										
5	448,188	0,699	2,651	1,853	0,489	2240,938	20087,2039	100436,0196	2,236	1002,178	449163,534
10	335,440	1,000	2,526	2,526	1,000	3354,398	11251,9862	112519,8616	3,162	1060,754	355819,045
20	233,927	1,301	2,369	3,082	1,693	4678,533	54721,682	109443,3641	4,472	1046,152	244722,802
30	185,546	1,477	2,268	3,351	2,182	5566,391	34427,448	103282,3441	5,477	1016,279	188566,899
40	156,330	1,602	2,194	3,515	2,567	6253,204	24439,101	977564,0519	6,325	988,718	154566,448
60	121,818	1,778	2,086	3,709	3,162	7309,050	14839,505	890370,2898	7,746	943,594	114946,310
80	101,573	1,903	2,007	3,819	3,622	8125,814	10317,008	825360,6739	8,944	908,494	92278,129
120	78,179	2,079	1,893	3,936	4,323	9381,434	6111,896	733427,5162	10,954	856,404	66952,466

Jumlah	1660,99	11,840	17,994	25,791	19,036	46909,762	45824,8541	768353,8425	49,317	7822,573	1667015,632
--------	---------	--------	--------	--------	--------	-----------	------------	-------------	--------	----------	-------------

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

20. Table Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 20 Tahun

t	I	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
(menit)	(mm/menit)										
5	560,302	0,699	2,748	1,921	0,489	2801,511	31393,8512	1569692,559	2,236	1252,874	701987,853
10	419,350	1,000	2,623	2,623	1,000	4193,505	17585,4828	1758548,278	3,162	1326,103	556101,794
20	292,444	1,301	2,466	3,208	1,693	5848,874	85523,319	1710466,374	4,472	1307,848	382471,908
30	231,961	1,477	2,365	3,494	2,182	6958,830	53805,905	1614177,140	5,477	1270,503	294707,077
40	195,436	1,602	2,291	3,670	2,567	7817,451	38195,336	1527813,452	6,325	1236,048	241568,517
60	152,290	1,778	2,183	3,881	3,162	9137,418	23192,337	1391540,230	7,746	1179,636	179647,071
80	126,981	1,903	2,104	4,004	3,622	10158,496	16124,227	1289938,125	8,944	1135,754	144219,467
120	97,735	2,079	1,990	4,138	4,323	11728,211	9552,148	1146257,806	10,954	1070,634	104638,543
Jumlah	2076,500	11,840	18,770	26,939	19,036	58644,296	71618,6611	1200843,3963	49,317	9779,399	2605342,230

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

21. Table Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 50 Tahun

t	I	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
(menit)	(mm/menit)										
5	725,316	0,699	2,861	1,999	0,489	3626,581	526083,457	263041,7287	2,236	1621,856	1176358,372
10	542,853	1,000	2,735	2,735	1,000	5428,529	294689,286	294689,2859	3,162	1716,652	931889,345
20	378,571	1,301	2,578	3,354	1,693	7571,419	143315,973	286631,9454	4,472	1693,021	640928,514
30	300,276	1,477	2,478	3,660	2,182	9008,267	90165,416	270496,2466	5,477	1644,677	493856,320
40	252,994	1,602	2,403	3,850	2,567	10119,759	64005,956	256023,824	6,325	1600,074	404809,210
60	197,141	1,778	2,295	4,080	3,162	11828,469	38864,633	233187,7957	7,746	1527,049	301044,150

80	164,37 8	1,9 03	2,2 16	4,2 17	3,6 22	13150 ,264	27020, 224	216161 7,907	8,9 44	1470, 244	241676 ,229
120	126,51 9	2,0 79	2,1 02	4,3 71	4,3 23	15182 ,273	16007, 043	192084 5,156	10, 954	1385, 946	175348 ,370
Jumlah	2688,0 48	11, 840	19, 667	28, 266	19, 036	75915 ,561	120015 1,987	201231 71,324	49, 317	12659 ,519	436591 0,511

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

22. Table Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 100 Tahun

t	I	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
(menit)	(mm/menit)										
5	863,15 7	0,6 99	2,9 36	2,0 52	0,4 89	4315, 784	745039 ,764	372519 8,821	2,2 36	1930, 077	166595 9,559
10	646,01 8	1,0 00	2,8 10	2,8 10	1,0 00	6460, 179	417339 ,175	417339 1,750	3,1 62	2042, 888	131974 2,350
20	450,51 5	1,3 01	2,6 54	3,4 53	1,6 93	9010, 309	202964 ,182	405928 3,638	4,4 72	2014, 766	907683 ,415
30	357,34 1	1,4 77	2,5 53	3,7 71	2,1 82	10720 ,219	127692 ,325	383076 9,757	5,4 77	1957, 235	699399 ,669
40	301,07 4	1,6 02	2,4 79	3,9 71	2,5 67	12042 ,942	90645, 280	362581 1,207	6,3 25	1904, 156	573291 ,089
60	234,60 6	1,7 78	2,3 70	4,2 15	3,1 62	14076 ,379	55040, 120	330240 7,211	7,7 46	1817, 253	426338 ,938
80	195,61 7	1,9 03	2,2 91	4,3 61	3,6 22	15649 ,370	38266, 060	306128 4,808	8,9 44	1749, 653	342262 ,046
120	150,56 3	2,0 79	2,1 78	4,5 28	4,3 23	18067 ,547	22669, 186	272030 2,268	10, 954	1649, 334	248328 ,486
Jumlah	3198,8 91	11, 840	20, 271	29, 161	19, 036	90342 ,730	169965 6,092	284984 49,460	49, 317	15065 ,363	618300 5,553

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

23. Table Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang Tiga Metode

Periode Ulang Tahun (T)	Talbot		Ishiguro		Sherman		
	A	b	a	B	Log a	n	a
2	4851,742	18,134	453,162	-0,378	2,772	0,555	592,054
5	7444,300	18,134	695,312	-0,378	2,958	0,555	908,422
10	9628,782	18,134	899,347	-0,378	3,070	0,555	1174,992
20	12037,434	18,134	1124,320	-0,378	3,167	0,555	1468,918
50	15582,564	18,134	1455,442	-0,378	3,279	0,555	1901,527
100	18543,911	18,134	1732,038	-0,378	3,355	0,555	2262,898

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

24. Table Perhitungan Intensitas Durasi Metode Talbot

No	Durasi	Periode Ulang (mm/menit)					
	(menit)	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	5	209,724	321,791	416,218	520,336	673,580	801,588
2	10	172,451	264,602	342,248	427,861	553,870	659,129
3	20	127,229	195,214	252,499	315,662	408,627	486,283
4	30	100,797	154,658	200,041	250,082	323,733	385,256
5	40	83,458	128,054	165,631	207,064	268,046	318,986
6	60	62,095	95,276	123,234	154,061	199,434	237,335
7	80	49,440	75,859	98,119	122,663	158,789	188,965
8	120	35,123	53,892	69,706	87,143	112,808	134,246

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

25. Table Perhitungan Intensitas Durasi Metode Ishiguro

No	Durasi	Periode Ulang (mm/menit)					
	(menit)	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	5	243,884	374,205	484,013	605,089	783,293	932,152
2	10	162,755	249,725	323,005	403,805	522,729	622,070
3	20	110,685	169,830	219,665	274,615	355,491	423,049
4	30	88,868	136,355	176,368	220,487	285,422	339,664
5	40	76,205	116,926	151,237	189,070	244,752	291,266
6	60	61,504	94,369	122,061	152,595	197,535	235,076
7	80	52,901	81,168	104,987	131,249	169,903	202,192
8	120	42,846	65,741	85,033	106,304	137,611	163,763

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

26. Table Perhitungan Intensitas Durasi Metode Sherman

No	Durasi	Periode Ulang (mm/menit)					
	(menit)	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	5	242,507	372,092	481,279	601,672	778,870	926,888
2	10	165,111	253,340	327,681	409,650	530,296	631,075
3	20	112,417	172,487	223,102	278,912	361,054	429,669
4	30	89,779	137,753	178,175	222,746	288,346	343,144

5	40	76,539	117,438	151,900	189,898	245,825	292,542
6	60	61,126	93,789	121,311	151,657	196,322	233,631
7	80	52,112	79,958	103,422	129,293	167,371	199,178
8	120	41,618	63,857	82,595	103,256	133,666	159,068

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

27. Table 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	225,832	209,724	259,484	243,884	325,862	242,507	278,034
2	10	169,021	172,451	11,767	162,755	39,260	165,111	15,285
3	20	117,871	127,229	87,575	110,685	51,640	112417	29,747
4	30	93,493	100,797	53,344	88,868	21,388	89,779	13,795
5	40	78,771	83,458	21,963	76,205	6,585	76,539	4,983
6	60	61,381	62,095	0,510	61,504	0,015	61,126	0,065
7	80	51,180	49,440	3,029	52,901	2,959	52,112	0,868
8	120	39,393	35,123	18,225	42,846	11,928	41,618	4,952
Jumlah			455,898		459,637		347,730	
Standar Deviasi			7,482		7,514		6,517	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

28. Table Perhitungan Standar 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	346,507	321,791	610,891	374,205	767,161	372,092	654,561
2	10	259,339	264,602	27,703	249,725	92,427	253,340	35,985
3	20	180,856	195,214	206,173	169,830	121,573	172,487	70,032
4	30	143,451	154,658	125,586	136,355	50,353	137,753	32,478
5	40	120,863	128,054	51,707	116,926	15,503	117,438	11,731
6	60	94,181	95,276	1,200	94,369	0,035	93,789	0,153
7	80	78,529	75,859	7,131	81,168	6,966	79,958	2,043

8	120	60,442	53,892	42907	65,741	28,080	63,857	11,659
Jumlah				1073,297		1082,099		818,642
Standar Deviasi				11,540		11,587		10,066

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

29. Table 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	448,188	416,218	1022,018	484,013	1283,458	481,279	1095,079
2	10	335,440	342,248	46,347	323,005	154,630	327,681	60,203
3	20	233,927	252,499	344,927	219,665	203,391	223,102	117,163
4	30	185,546	200,041	210,105	176,368	84,241	178,175	54,335
5	40	156,330	165,631	86,505	151,237	25,936	151,900	19,625
6	60	121,818	123,234	2,007	122,061	0,059	121,311	0,256
7	80	101,573	98,119	11,930	104,987	11,655	103,422	3,419
8	120	78,179	69,706	71,783	85,033	46,978	82,595	19,505
Jumlah				1795,622		1810,347		1369,586
Standar Deviasi				14,948		15,010		13,046

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

30. Table 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	560,302	520,336	1597,290	605,089	2005,888	601,672	1711,474
2	10	419,350	427,861	72,434	403,805	241,668	409,650	94,091
3	20	292,444	315,662	539,079	274,615	317,876	278,912	183,111
4	30	231,961	250,082	328,368	220,487	131,658	222,746	84,920
5	40	195,436	207,064	135,197	189,070	40,534	189,898	30,672

6	60	152,290	154,061	3,137	152,595	0,093	151,657	0,401
7	80	126,981	122,663	18,644	131,249	18,215	129,293	5,343
8	120	97,735	87,143	112,188	106,304	73,421	103,256	30,484
Jumlah				2806,339		2829,352		2140,495
Standar Deviasi				18,703		18,779		16,327

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

31. Table 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	725,316	673,580	2676,663	783,293	3361,373	778,870	2868,009
2	10	542,853	553,870	121,382	522,729	404,975	530,296	157,673
3	20	378,571	408,627	903,363	355,491	532,681	361,054	306,849
4	30	300,276	323,733	550,264	285,422	220,627	288,346	142,304
5	40	252,994	268,046	226,557	244,752	67,926	245,825	51,399
6	60	197,141	199,434	5,257	197,535	0,155	196,322	0,672
7	80	164,378	158,789	31,244	169,903	30,523	167,371	8,954
8	120	126,519	112,808	188,000	137,611	123,036	133,666	51,083
Jumlah				4702,731		4741,296		3586,942
Standar Deviasi				24,225		24,324		21,151

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

32. Table 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	863,157	801,588	3790,693	932,152	4760,379	926,888	4061,676
2	10	646,018	659,129	171,902	622,070	573,527	631,075	223,296

3	20	450,515	486,283	1279,344	423,049	754,383	429,669	434,559
4	30	357,341	385,256	779,284	339,664	312,451	343,144	201,532
5	40	301,074	318,986	320,851	291,266	96,196	292,542	72,791
6	60	234,606	237,335	7,445	235,076	0,220	233,631	0,951
7	80	195,617	188,965	44,247	202,192	43,227	199,178	12,680
8	120	150,563	134,246	266,246	163,763	174,244	159,068	72,344
Jumlah				9869,243		6714,627		5079,830
Standar Deviasi				35,109		28,954		25,179

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

33. Table 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	7,482	7,514	6,517
2	5	11,540	11,587	10,066
3	10	14,948	15,010	13,046
4	20	18,703	18,779	16,327
5	50	24,225	24,324	21,151
6	100	35,109	28,954	25,179

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

34. Table Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Durasi Tiga Metode

No	Durasi	<i>Metode Talbot</i>	<i>Metode Ishiguro</i>	<i>Metode Sherman</i>
	(menit)	10 Tahun (mm)	10 Tahun (mm)	10 Tahun (mm)
1	5	416,218	484,013	481,279
2	10	342,248	323,005	327,681
3	20	252,499	219,665	223,102
4	30	200,041	176,368	178,175

5	40	165,631	151,237	151,900
6	60	123,234	122,061	121,311
7	80	98,119	104,987	103,422
8	120	69,706	85,033	82,595

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

35. Table Panjang Saluran (Ls)

No	Nama Saluran	Ls (m)	Ls (km)
1	Saluran I	100	0,10
2	Saluran II	150	0,15
3	Saluran III	250	0,25

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

36. Table Kemiringan Saluran dan Kecepatan Aliran

Kemiringan Rata-rata Dasar Saluran %	Kecepatan Rata-rata (m/detik)
Kurang dari 1	0,40
1 - 2	0,60
2 - 4	0,90
4 - 6	1,20
Kemiringan Rata-rata Dasar Saluran %	Kecepatan Rata-rata (m/detik)
6 - 10	1.50
10 - 15	2.40

Sumber : Wesli, 2008

37. Table 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

38. Table Hasil Perhitungan Luas Penampang

No	Nama Saluran	A (Km ²)	L (Km)	V	So	C	A x C (Km ²)	To	Td (jam)	Tc (jam)	Cs	Xt (mm)	It (mm/jam)
1	Saluran I	0,1632	0,1000	0,90	0,0400	0,70	0,1142	0,0389	0,0309	0,0389	0,7160	123,2340	372,1451
2	Saluran II	0,1883	0,1500	0,90	0,0133	0,70	0,1318	0,0812	0,0463	0,0811	0,7780	123,2340	227,9595
3	Saluran III	0,1284	0,2500	1,20	0,0240	0,70	0,0899	0,0959	0,0579	0,0959	0,7682	123,2340	203,9366
							0,3359						

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

39. Table Koefisien Manning

Bahan	Koefisien Manning (n)
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

40. Table Hasil Rekapitulasi Penampang Saluran

No	Dimensi Saluran	Jenis Saluran		
		Eksisting (Trapesium)	Persegi Panjang	Lingkaran
1	Konstruksi	Beton	Beton	Beton
2	Lebar Atas (m)	5	2	-
3	Lebar Bawah (m)	3	2	-
4	Tinggi Saluran (m)	0,9	2	-
5	Diameter (m)	-	-	2,3
6	Koefisien Manning	0,013	0,013	0,013
7	Kemiringan (So)	0,024	0,024	0,024
8	Luas Penampang (m ²)	3,510	3,956	4,075
9	Keliling Basah (m)	5,546	6	6,179

10	Jari-jari Hidrolis (m)	0,633	0,7	0,659
11	Debit Saluran (m ³ /detik)	30,835	37,166	36,773
12	Debit Rencana (m ³ /detik)	34,751	34,751	34,751

Sumber : Data Olahan, 2022



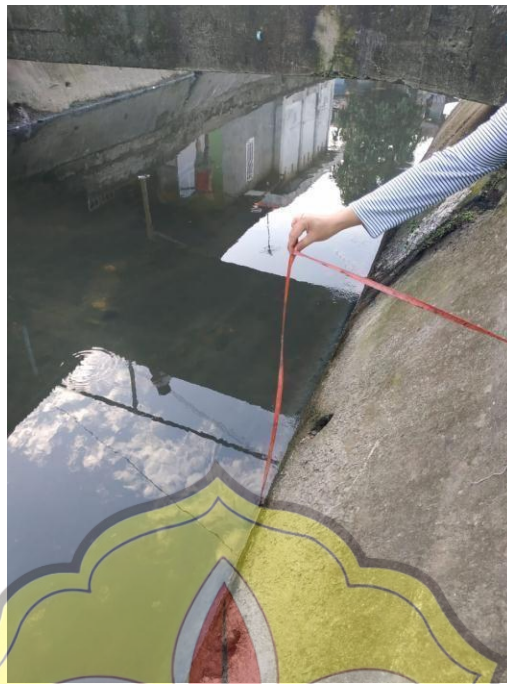
**DOKUMENTASI PENGUKURAN DAN DOKUMENTASI BANJIR
DRAINASE JALAN BUDIMAN KELURAHAN BUDIMAN KECAMATAN
JAMBI TIMUR KOTA JAMBI**



Gambar 1. Pengukuran Lebar Bagian Atas pada Drainase Penelitian yang Berbentuk Trapesium.



Gambar 2. Pengukuran Lebar Bagian Bawah pada Drainase Penelitian yang Berbentuk Trapesium.



Gambar 3. Pengukuran Tinggi pada Drainase Penelitian yang Berbentuk Trapesium.

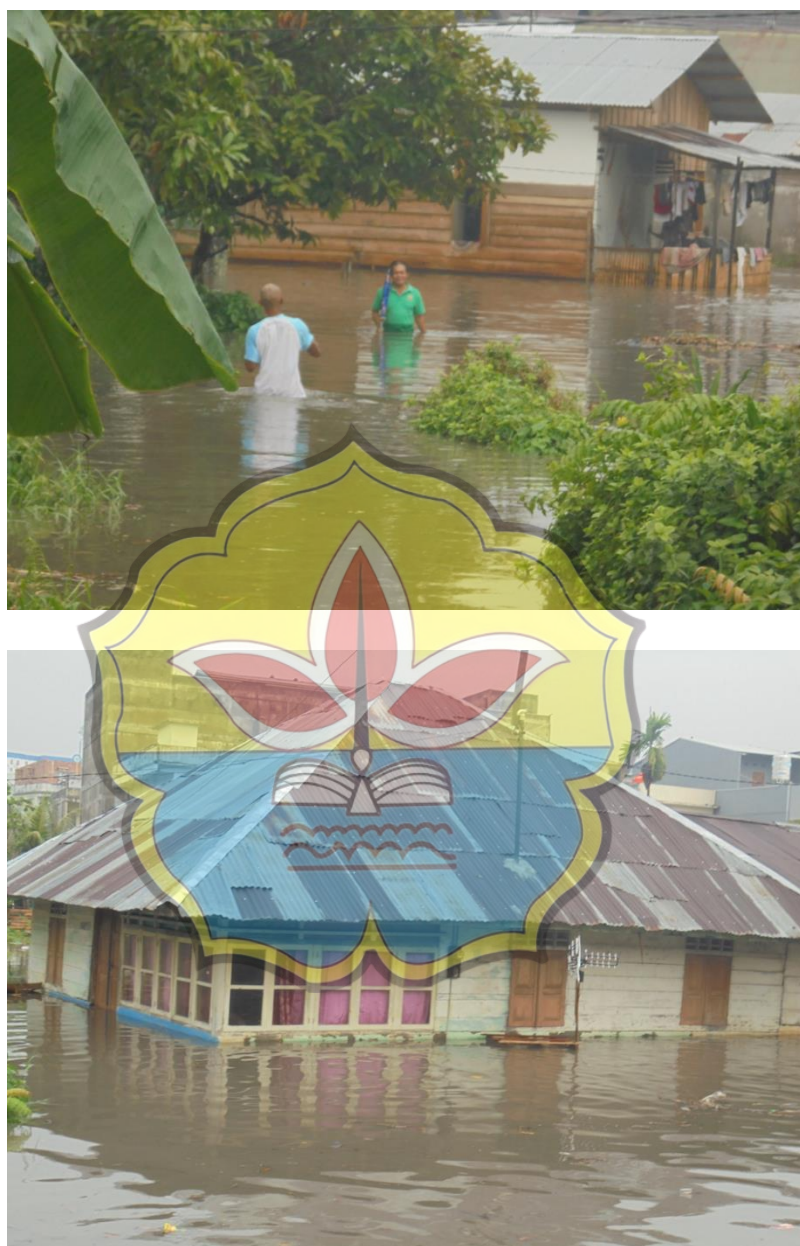


Gambar 4. Kondisi Jalan pada saat Hujan dan Air Drainase Meluap.

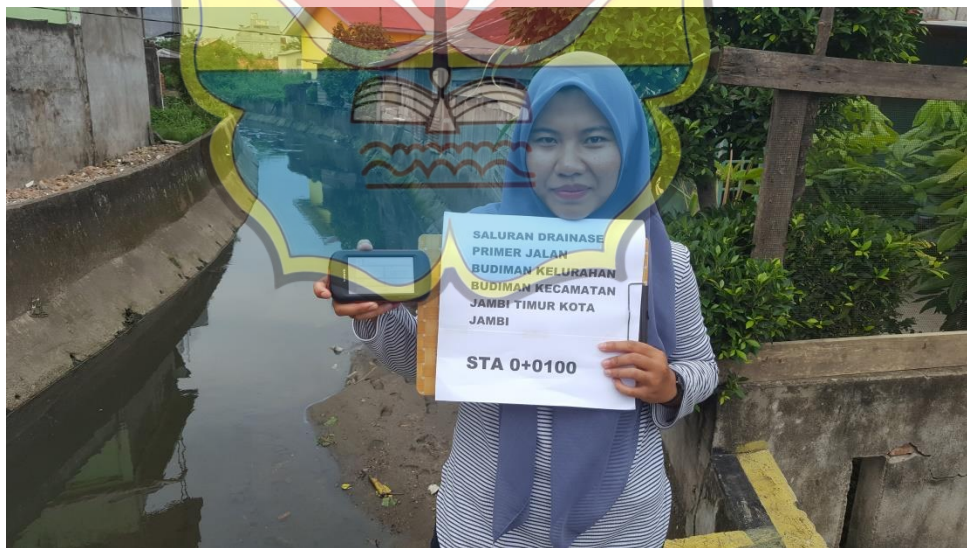


Gambar 5. Kondisi Jalan pada saat Hujan dan Air





Kondisi rumah warga yang terletak dipinggir drainase

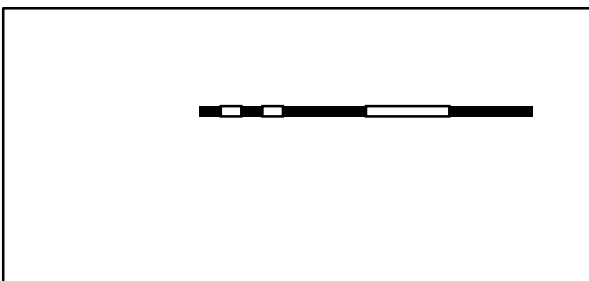
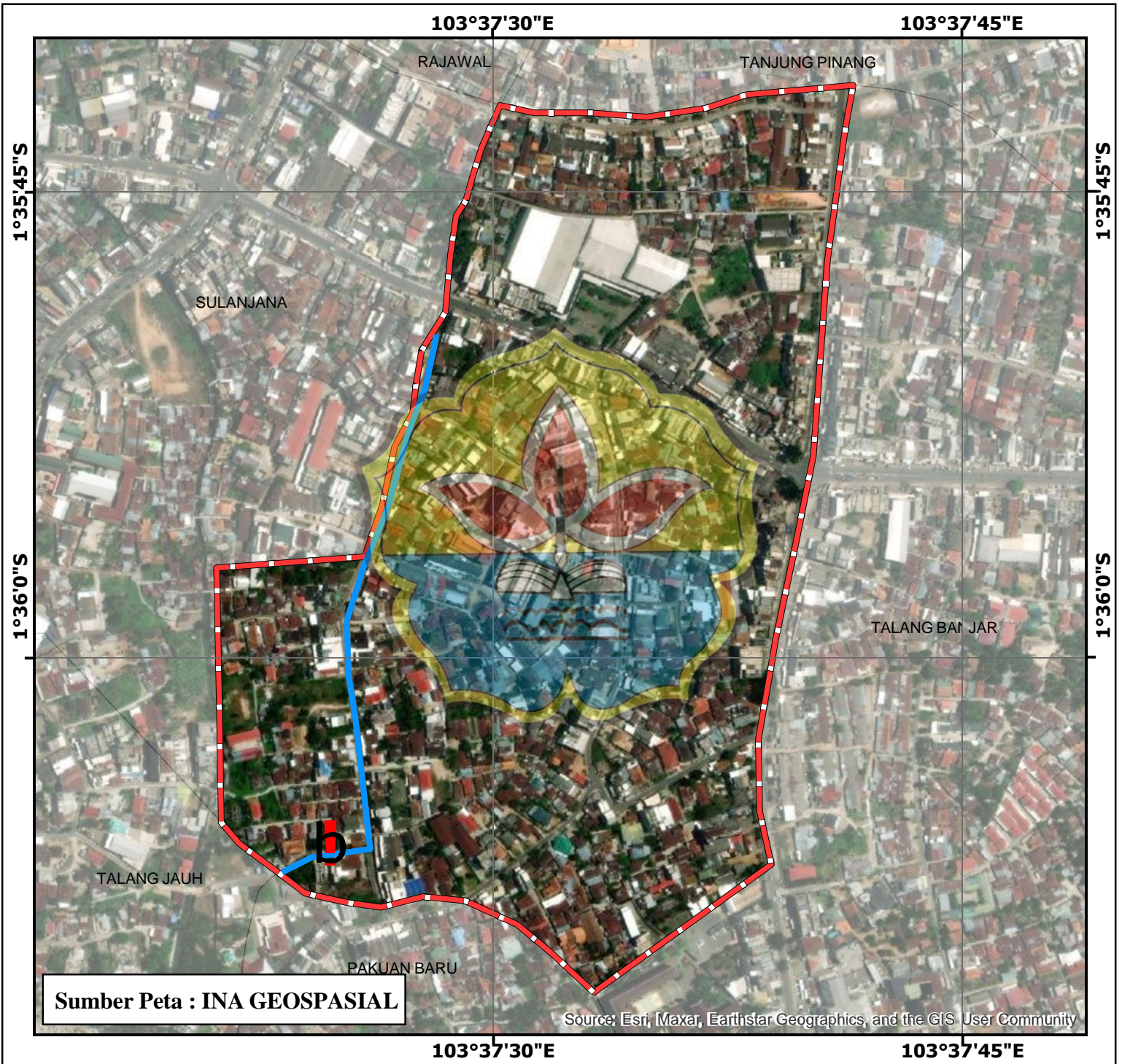




Pengukuran elevasi pada jarak 0 m, 100 m, dan 250 m menggunakan gps

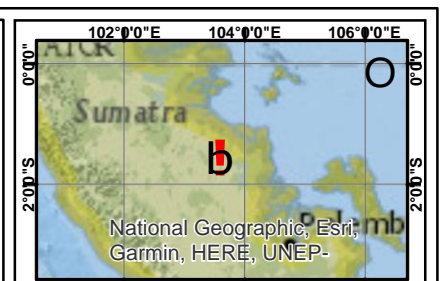


PETA LOKASI PENELITIAN KELURAHAN BUDIMAN, KECAMATAN JAMBI TIMUR KOTA JAMBI - PROVINSI JAMBI



LEGENDA

- Lokasi Penelitian
- Area Penelitian
- Jalur Irigasi



4

SKALA 1 : 6.000

0 0,030,06 0,12 0,18 0,24 Km

Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 48S

Datum: WGS 1984

Units: Meter

