

TUGAS AKHIR
ANALISA KAPASITAS DRAINASE UNTUK MENANGGULANGI BANJIR
PADA PERUMAHAN KEMBAR LESTARI I JAMBI



Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kurikulum
Program S-1 Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Batanghari Jambi

Disusun Oleh :

INDRA NOPRIANSYAH

1600822201020

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI
2022

HALAMAN PERSETUJUAN
ANALISA KAPASITAS DRAINASE UNTUK MENANGGULANGI BANJIR
PADA PERUMAHAN KEMBAR LESTARI I JAMBI



Oleh :

INDRA NOPRIANSYAH
NPM : 1600822201020

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

Jambi, 12 September 2022

Dosen Pembimbing I

Ir. H. Azwarman, MT

Dosen Pembimbing II

Emelda Raudhati, ST, MT

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA KAPASITAS DRAINASE UNTUK MENANGGULANGI BANJIR PADA PERUMAHAN KEMBAR LESTARI 1 JAMBI

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

Nama : INDRA NOPRIANSYAH






NPM : 1600822201020

Hari/Tanggal : Jum'at / 19 Agustus 2022

Jam : 08:30 WIB

Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik

PANITIA PENGUJI

Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Elvira Handayani, ST, MT	
Sekretaris/Pemb II	: Emelda Raudhati, ST, MT	
Penguji I/Pemb I	: Ir. H. Azwarman, MT	
Penguji II	: Dr. Ir. H. Amsori M. Das, M.Eng	
Penguji III	: Ria Zulfiati, ST, MT	

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME


Elvira Handayani, ST, MT

MOTO

"Ketakutan adalah penjara bernama kegagalan. Taklukan rasa takut karena sukses adalah hak pemberani."

(Jefri Al Buchori)

"Barang siapa keluar untuk mencari sebuah ilmu, maka ia akan berada di jalan Allah hingga ia kembali."

(HR Tirmidzi)

"Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya."

(Ali bin Abi Thalib)

ABSTRAK

ANALISA KAPASITAS DRAINASE UNTUK MENANGGULANGI BANJIR PADA PERUMAHAN KEMBAR LESTARI 1 JAMBI

Di kota Jambi masih ada berbagai tempat yang mengalami genangan air atau banjir saat curah hujan tinggi yang berakibatkan saluran drainase tidak dapat menampung kelebihan air. Drainase sangat penting untuk menanggulangi banjir salah satunya pada kawasan perumahan khususnya pada kawasan Perumahan Kembar Lestari 1 jambi, Kelurahan Kenali Besar Kota Jambi. Dengan demikian Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ulang kondisi saluran drainase pada Perumahan Kembar Lestari 1 Kota Jambi dan mengetahui kondisi eksisting saluran drainase pada Perumahan kembar lestari 1 jambi serta redesain kapasitas saluran drainase yang optimal Supaya nantinya saluran Sungai Kenali Besar dapat berfungsi maksimal untuk mengurangi banjir yang terjadi di kawasan Perumahan Kembar Lestari 1 Kelurahan Kenali Besar Kota Jambi tersebut, sehingga terciptalah sungai yang baik dan berkualitas dengan tetap mempertimbangkan faktor keamanan dan kenyamanan bagi masyarakat sekitar. Pada Penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder berupa Curah hujan harian selama 10 tahun dan data dimensi penampang melintang Saluran drainase Perumahan Kembar Lestari 1 Kelurahan Kenali Besar . Hasil hitungan hujan rencana dengan kala ulang 10 tahun yaitu $75,795 \text{ mm/jam}$, sedangkan debit rencana dengan metode Rasional didapat nilai debit puncak sebesar $9,399 \text{ m}^3/\text{detik}$ langkah dilanjutkan menggunakan software HEC-RAS 5.0.7 untuk mengetahui kapasitas tampung saluran drainase dengan menggunakan debit rencana.

Kata kunci : *Banjir, HEC-RAS, Debit, Curah Hujan, Kapasitas.*

KATA PENGANTAR



Assalammua'allaikum. Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT , yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “ANALISA KAPASITAS DRAINASE UNTUK MENANGGULANGI BANJIR PADA PERUMAHAN KEMBAR LESTARI 1 JAMBI” pada waktunya. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kurikulum pada jenjang strata 1 (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari.

Dalam mengerjakan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan dukungan, bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung dan pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME, Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
2. Bapak Drs. G. M. Saragih, M. Si, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
3. Bapak Ir. H. Azwarman, MT selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

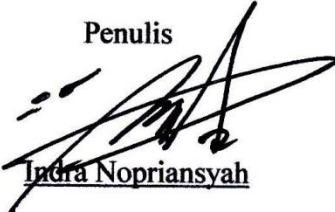
5. Ibu Elvira Handayani, ST, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
6. Bapak Ir. H. Azwarman, MT selaku Dosen Pembimbing I
7. Ibu Emelda Raudhati, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II
8. Kedua Orang Tua tercinta, Bapak Amran Bastari dan Ibu Nursyah Serta Abang dan Adik yang selalu mendukung penulis dan menjadi penyemangat utama bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan saya Lambe UBR yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
10. Para sahabat terutama Rea Andrea, Resky Praja, Hadhri Asyrofi, Leo Anggara, Ivan Setiawan, Indra Lesmana, Permadi Tanjung, Juliaspen, Nur Safari, Andi Aziz Marwan, Habibi Rizda, Nurlela dan semua rekan-rekan Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi angkatan 2016.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, Penulis telah berusaha dengan segala daya dan upaya, namun Penulis menyadari akan keterbatasan pengetahuan, kemampuan dan pengalaman sehingga Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, maka dari itu penulis menerima dengan senang hati adanya masukan dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis mengucapkan terimah kasih.

Wassalamu'allaikum. Wr. Wb.

Jambi, 12 Septemmberr 2022

Penulis



Indra Nopriansyah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Masalah.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Drainase	5
2.1.1. Fungsi Drainase	6
2.1.2. Sistem Jaringan Drainase	6
2.1.3. Permasalahan Drainase.....	7
2.2. Banjir.....	8
2.2.1. Jenis-jenis Banjir.....	9
2.2.2. Faktor Penyebab Banjir.....	10

2.3. Analisis Hidrologi.....	11
2.3.1 Analisis Curah Hujan.....	12
2.3.2 Analisa Frekuensi.....	13
2.3.3. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi	16
2.3.4. Intensitas Curah Hujan.....	18
2.3.5. Waktu Konsentrasi	21
2.3.6. Koefisien Tampung.....	22
2.3.7 Debit air Hujan	22
2.4. Analisa Hidrolika.....	23
2.4.1. Penampang Saluran	23
2.4.2. Dimensi Saluran	25
2.5. Pemodelan HEC-RAS.....	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian.....	28
3.2. Metodologi Penelitian	29
3.3. Tahapan Penelitian	29
3.4. Pengumpulan Data	30
3.5. Pengolahan Data	31
3.6. Bagan Alir.....	32

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Penyajian Data	33
4.1.1. Deskripsi Data	34
4.1.2. Data Curah Hujan	34
4.2. Analisis Distribusi Curah Hujan	36

4.2.1. Penentuan Jenis Distribusi	36
4.2.1.1. Metode Distribusi Log Normal.....	36
4.2.1.2. Metode Distribusi Log Person III	39
4.2.1.3. Metode Distribusi Gumbell	42
4.2.2. Uji Chi-Kuadrat.....	47
4.3. Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I).....	48
4.3.1. Analisa Aliran.....	62
4.4. Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran	66
4.5. Mencari Koefisien Pengaliran.....	66
4.6. Perhitungan Waktu Konsentrasi.....	67
4.7. Tangkapan Air Hujan	68
4.8. Perhitungan Debit Rencana	69
4.9. Analisa Kapasitas Saluran	69
4.10. Perhitungan Rencana Dimensi Saluran	70
4.10.1 Penampang Trapesium.....	71
4.10.2 Analisa Kapasitas menggunakan HEC-RAS.....	72

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan.....	78
5.2. Saran.....	79

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penampang Persegi Panjang.....	24
Gambar 2.2 Penampang Saluran Trapesium	25
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	28
Gambar 3.2 Denah lokasi	28
Gambar 4.1 Grafik Intensitas Durasi tiga Metode.....	65
Gambar 4.2 Penampang Persegi Saluran	69
Gambar 4.3 Penampang Trapesium Rencana.....	71
Gambar 4.4 Skema Saluran Sungai	73
Gambar 4.5 Tampang lintang STA 0+000.....	73
Gambar 4.6 Tampang lintang STA 0+300	74
Gambar 4.7 Penginputan nilai debit	74
Gambar 4.8 Penginputan nilai kemiringan.....	75
Gambar 4.9 Hitungan Aliran Permanen.....	75
Gambar 4.10 Tampilan <i>Cross Section</i> STA 0+000	76
Gambar 4.11 Tampilan <i>Cross Section</i> STA 0+300	76
Gambar 4.12 Hasil Hitungan profil Muka Air	77
Gambar 4.13 Hasil Hitungan Profil Variabel aliran	77

DAFTAR NOTASI

I	= Intensitas curah hujan (mm/jam)
t	= Durasi lamanya curah hujan (mm/menit)
R	= Curah hujan rata-rata
N	= Jumlah data pengamatan/stasiun pengukuran curah hujan
R ₁R _n	= Besarnya curah hujan pada masing-masing stasiun (mm)
\bar{R}	= Curah hujan daerah
A ₁ ,A ₂ ,....A _n	= Luas daerah yang mewakili titik pengamatan
R ₁ , R ₂ ,...R _n	= Curah hujan setiap titik pengamatan
\bar{p}	= Hujan rerata kawasan
\bar{x}	= Nilai rata – rata curah hujan n pertahun (mm)
$\sum X_i$	= Curah hujan rata - rata pertahun (mm)
S	= Standardeviasi (simpangan baku)
X _{Tr}	= Besar aliran/curah hujan maksimum yang di harapkan periode selama ulang T (mm)
Y _n	= <i>Reduced mean</i> tergantung jumlah sampel/data n
S _n	= <i>Reduced standar deviasi</i> tergantung pada jumlah sampel/data N
Y _T	= <i>Reduced variated</i> tergantung jumlah sampel/data N
T	= Kala ulang (tahun)
P ⁶⁰ (T)	= Perkiraan curah hujan jangka waktu 60 menit dengan periode ulang tahun (mm/menit)
P _i	= Prestasi/intensitas curah hujan T menit dalam periode ulang T (mm/menit)
logX _{Tr}	= Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T
log \bar{X}	= Nilai rata - rata dari log x (curah hujan)
K _T	= Variabel standar, besarnya bergantung koefisien kemencengan
P	= Peluang (%)
n	= Nomor urut data
Q _T	= Debit rencana (m ³ /detik)
C	= Koefisien pengaliran

Cs	= Koefesien tampungan
A	= Luas daerah aliran (Ha^2)
V	= Kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik)
Qs	= Debit kontrol (m^3/detik)
As	= Luas penampangsaluran (m^2)
H	= Tinggi saluran (m)
B	= Lebar saluran (m)
P	= Keliling basah saluran (m^3)
n	= Koefisien kekasaran Manning
R	= Jari-jari hidrolis (m)
S	= Kemiringan dasar saluran
A	= Luas penampang (m^2)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Drainase merupakan salah satu fasilitas yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota perencanaan infrastruktur khususnya. Drainase pada umumnya berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan untuk memperbaiki dan mengurangi daerah genangan air dan banjir. Banyak dari kondisi drainase saat ini mengalami penurunan dalam fungsi pelayanannya.

Beberapa permasalahan dari penurunan fungsi drainase adalah kurang diperhatikannya saluran untuk pengaliran serta banyak kotoran dan sedimentasi yang dapat menyebabkan terjadinya genangan dan banjir. Selain itu, banjir dipengaruhi juga oleh kapasitas saluran yang tidak memadai, dimana saluran tidak mampu menampung debit air dengan dimensi yang ada sehingga dalam kurun waktu tertentu terjadi luapan air saat debit maksimum.

Kota Jambi terdiri dari 11 kecamatan dan 90 kelurahan yang memiliki luas 205,38 km² dengan jumlah penduduk berjumlah 606.200 jiwa dan jumlah penduduk yang terus meningkat menyebabkan pesatnya pembangunan kawasan perumahan. Saat musim penghujan, air dari saluran drainase meluap menyebabkan banjir di area kawasan perumahan. Di kota Jambi masih ada berbagai tempat yang mengalami genangan air atau banjir saat curah hujan tinggi.

Salah satu wilayah di Kota Jambi yang mengalami banjir saat musim hujan di Kelurahan Kenali Besar, Kecamatan Alam Barajo, Pada daerah ini terdapat beberapa saluran drainase yang tidak mampu menampung debit air dan melewati saluran tersebut saat terjadi hujan tinggi dengan durasi 2 jam hingga 5 jam kemungkinan terjadinya banjir setinggi 50 cm, Salah satunya di perumahan Kembar Lestari 1 RT.33 yang merupakan banjir setiap tahunnya dengan waktu surut banjir berkisar 5 jam setelah banjir, di perumahan ini terdapat 42 KK dari 50 KK yang terendam banjir pada tahun 2021.

Dengan meningkatnya pembangunan seperti perumahan dan pertumbuhan penduduk harus diimbangi dengan sistem drainase yang optimal agar mampu mengontrol dan mengendalikan aliran air tersebut. Maka dari itu diperlukan analisa kapasitas saluran drainase guna menanggulangi banjir dan genangan air, serta mendukung kehidupan manusia yang layak untuk bermukim di perumahan tersebut dengan nyaman dan sehat dalam kehidupan sehari – hari.

Berdasarkan uraian diatas penulis mengambil judul Tugas Akhir dengan tema “Analisa Kapasitas Drainase untuk menanggulangi Banjir Pada Perumahan Kembar Lestari 1 Jambi”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan yang didapat yaitu :

1. Bagaimana kondisi saluran Drainase pada Perumahan Kembar Lestari 1 RT. 33 Kelurahan Kenali Besar Kecamatan Alam Barajo Kota Jambi.

2. Bagaimana solusi yang tepat terhadap hasil analisa setelah saluran drainase direncanakan agar mampu mengalirkan debit hujan dengan baik.
3. Bagaimana Analisa penampang sungai menggunakan program HEC-RAS

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis ulang kondisi saluran Drainase pada Perumahan Kembar Lestari 1 Kota Jambi.
2. Bagaimana kondisi eksisting saluran drainase pada Perumahan Kembar Lestari 1 Kota Jambi.
3. Redesain Kapasitas saluran drainase yang optimal disesuaikan dengan program HEC-RAS

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini, yaitu :

1. Lokasi yang ditinjau adalah di Perumahan Kembar Lestari 1 yang beralamat di RT. 33 Kelurahan Kenali Besar Kecamatan Alam Barajo Jambi.
2. Penelitian ini hanya menganalisa efektivitas saluran drainase yang ada pada Perumahan Kembar Lestari 1 Kota Jambi.
3. Menghitung tinggi hujan rencana data 10 Tahun dari 2011 sampai 2020.
4. Analisa dimensi saluran berdasarkan debit data curah hujan 10 Tahun yang diperoleh dari BWS SUMATERA VI jambi.

5. Analisa Perhitungan menggunakan Metode Log Normal, Metode Log Person III dan Metode Gumbell.
6. Debit banjir yang diperhitungkan hanya akibat dari curah hujan maksimum. Tidak diperhitungkan pengaruh besarnya sedimentasi, penambahan limbah kota, dan perkembangan kota terhadap besarnya banjir yang terjadi.
7. Analisa penampang sungai menggunakan program HEC-RAS
8. Penelitian ini tidak menghitung konstruksi dan rencana anggaran biaya.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Untuk menambah pengetahuan dan pengalaman penulis serta memperdalam ilmu tentang drainase.
2. Sebagai pengaplikasian Teori yang di dapat dikampus dengan keadaan di lapangan.
3. Dapat menjadi bahan masukan dan acuan serta referensi bagi peneliti lainnya yang memiliki permasalahan yang sama.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris "*drainage*" mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu (Suripin, 2004).

Drainase merupakan sebuah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air baik kelebihan air yang berada di atas permukaan tanah maupun air yang berada di bawah permukaan tanah. Kelebihan air dapat disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi atau akibat dari durasi hujan yang lama (Wesli, 2008).

Drainase merupakan salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase di sini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) dan atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir. Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini adalah

untuk mengeringkan daerah genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah, menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal, mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada, mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir (Hasmar, 2002).

2.1.1 Fungsi Drainase

Adapun fungsi drainase adalah :

1. Membebaskan suatu wilayah terutama yang padat dari permukiman dari genangan air, erosi dan banjir.
2. Karena aliran lancar maka drainase juga berfungsi memperkecil resiko kesehatan lingkungan, bebas dari malaria dan penyakit lainnya.
3. Kegunaan tanah permukiman 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 lainnya (Kodoatie, 2005).

2.1.2 Sistem Jaringan Drainase

Sistem drainase terbagi menjadi dua, yaitu:

a. Sistem Drainase Makro

Sistem drainase makro disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama atau drainase primer karena sistem jaringan ini dapat menampung aliran dalam

debit yang besar. Perencanaan drainase mayor ini pada umumnya menggunakan periode ulang 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail.

b. Sistem Drainase Mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan, yang termasuk dalam sistem drainase minor adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar. Umumnya drainase minor ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2, 5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase minor (Hardjosuprpto, 1998).

2.1.3 Permasalahan Drainase

Permasalahan drainase perkotaan bukanlah hal yang sederhana. Banyak faktor yang mempengaruhi dan pertimbangan yang matang dalam perencanaan, antara lain :

1. Peningkatan Debit

Manajemen sampah yang kurang baik memberi kontribusi percepatan pendangkalan/penyempitan saluran dan sungai. Kapasitas sungai dan saluran drainase menjadi berkurang, sehingga tidak mampu menampung debit yang terjadi, air meluap dan terjadilah genangan atau bahkan bisa terjadi banjir.

2. Peningkatan jumlah penduduk

Meningkatnya jumlah penduduk perkotaan yang sangat cepat, akibat dari pertumbuhan maupun urbanisasi. Peningkatan jumlah penduduk selalu diikuti oleh penambahan infrastruktur perkotaan, disamping itu peningkatan penduduk juga selalu diikuti oleh peningkatan limbah, baik limbah cair, maupun sampah.

3. Amblesan tanah

Disebabkan oleh pengambilan air tanah yang berlebihan, mengakibatkan beberapa bagian kota berada dibawah muka air laut pasang.

5. Fungsi

Penyalahgunaan fungsi saluran itu sendiri yang sebagian saluran masih berfungsi campuran untuk drainase dan saluran limbah.

6. Peran Masyarakat

Kurangnya kesadaran masyarakat/partisipasi masyarakat yang rendah yang membuang sampah pada saluran sehingga mengakibatkan jalan air tidak lancar.

6. Limbah sampah dan pasang surut. (Hasmar, 2002).

2.2 Banjir

Banjir berasal dari aliran limpasan yang mengalir melalui sungai atau menjadi genangan. Sedangkan limpasan adalah aliran air mengalir pada permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan setelah air mengalami

infiltrasi dan evaporasi, selanjutnya mengalir menuju kesungai (Hadisusanto, 2010).

Banjir adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah dataran banjir sekitarnya (Suripin, 2004).

2.2.1 Jenis-jenis Banjir

Berdasarkan sumber asal limbah air yang menyebabkan banjir, terdapat dua jenis banjir, yaitu:

1. Banjir Lokal.

Banjir lokal disebabkan oleh tingginya intensitas hujan dan belum tersedianya sarana drainase memadai. Banjir lokal ini lebih bersifat setempat, sesuai dengan luas sebaran hujan lokal. Banjir ini semakin parah apabila saluran drainase tidak berfungsi secara optimal, dimana saluran tersebut tersumbat sampah, sehingga mengurangi kapasitas penyalurannya.

2. Banjir Kiriman.

Banjir kiriman ini disebabkan oleh peningkatan debit air sungai yang mengalir. Banjir ini diperparah oleh kiriman dari daerah atas. Sebagian besar sebagai akibat bertambah luasnya daerah terbangun dan mengubah koefisien aliran di daerah tangkapan, sehingga semakin banyak air yang menjadi aliran permukaan, sebaliknya semakin sedikit air meresap menjadi air tanah. (Ristya, 2012).

2.2.2 Faktor Penyebab Banjir

Secara garis besar banjir dapat disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut :

1. Curah hujan

Curah hujan dapat mengakibatkan banjir apabila turun dengan intensitas tinggi, durasi lama, dan terjadi pada daerah yang luas.

2. Erosi dan sedimentasi

Erosi dan sedimentasi di daerah pengaliran sungai berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas penampang sungai. Erosi dan sedimentasi menjadi problem klasik sungai-sungai di Indonesia. Besarnya sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran, sehingga timbul genangan dan banjir di sungai.

3. Menurunnya Kapasitas Sungai

Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan yang berasal dari erosi daerah pengaliran sungai dan erosi tanggul sungai yang berlebihan dan sedimentasi di sungai yang dikarenakan penggunaan lahan yang tidak tepat.

4. Kapasitas Drainase Yang Tidak Memadai

Hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga kota-kota tersebut sering menjadi langganan banjir di musim hujan. (Kodoatie dan Sugianto, 2002).

2.3 Analisis hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran gerakan air di alam ini, yang meliputi berbagai bentuk air yang menyangkut perubahan-perubahannya antara lain : keadaan zat cair, padat dan gas dalam atmosfer di atas dan di bawah permukaan tanah, di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di bumi. Tanpa kita sadari bahwa sebagian besar perencanaan bangunan sipil memerlukan analisis hidrologi. Analisis hidrologi tidak hanya diperlukan dalam perencanaan berbagai bangunan air seperti : drainase, bendungan, bangunan pengendali banjir, dan bangunan irigasi, tetapi juga diperlukan untuk bangunan jalan raya, lapangan terbang, dan bangunan lainnya (Soemarto, 1987).

Karakteristik presipitasi (hujan) yang perlu dipelajari dalam analisis dan perencanaan prasarana yang berhubungan dengan hujan seperti drainase adalah:

- a. Intensitas hujan (I) adalah laju hujan atau tinggi genangan air hujan persatuan waktu (mm/mnt, mm/jam, mm/hr);
- b. Lama waktu hujan (durasi, t) rentan waktu kejadian hujan (menit atau jam)
- c. Frekuensi terjadinya hujan (T) adalah frekuensi kejadian hujan dengan intensitas tertentu yang biasanya dinyatakan dengan kala ulang (tahun).
- d. Luas hujan adalah luas geografis daerah sebaran hujan.

2.3.1 Analisis Curah Hujan

Analisis curah hujan merupakan suatu rangkaian proses pengolahan data (curah hujan) diawali dengan suatu proses identifikasi kondisi meteorologi, stasiun penakar atau pengukur, analisis data tercatat secara kualitas dan kuantitas yang dilanjutkan dengan perhitungan distribusi frekuensi yang dipilih dan selanjutnya didapat suatu nilai intensitas curah hujan untuk periode ulang tertentu (Soewarno, 1995).

Analisis data curah hujan dimaksudkan untuk memperoleh besar curah hujan daerah yang diperlukan untuk perhitungan curah rencana. Beberapa metode yang dapat digunakan dalam perhitungan curah hujan daerah. Untuk menentukan tinggi curah hujan rata-rata pada suatu areal studi, ada 3 (tiga) cara yang dapat digunakan yaitu cara rata-rata aljabar, cara poligon Thiessen dan cara Isohyet (Suripin, 2004).

Cara memilih metode dapat dilihat dari luas daerah aliran sungai sebagai berikut :

DAS Kecil ($<500 \text{ km}^2$)	: Metode Rata-rata Aljabar
DAS Sedang ($500-5000 \text{ km}^2$)	: Metode Polygon Thiessen
DAS Besar ($>5000 \text{ km}^2$)	: Metode Isohyet. (Suripin, 2003)

Pada penelitian ini untuk menghitung curah hujan rata-rata peneliti memilih untuk menggunakan metode rata rata aljabar, sesuai dengan cara

pemilihan metode diatas, DAS Kenali Besar termasuk kategori DAS kecil ($<500 \text{ km}^2$) yaitu seluas 13,79 km.

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

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

R = Curah hujan rata-rata (mm)

n = Jumlah stasiun penukuran hujan

$R_1 \dots R_n$ = Besarnya curah hujan pada masing-masing stasiun (mm). (Suripin, 2004).

2.3.2 Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi adalah suatu analisa data hidrologi dengan menggunakan statistika yang bertujuan untuk memprediksi suatu besaran hujan atau debit dengan masa ulang tertentu (Sri Harto, 1993).

Sebelum menganalisis data hujan dengan salah satu distribusi berikut, perlu pendekatan dengan parameter-parameter statistik untuk menentukan distribusi yang tepat digunakan. Parameter-parameter tersebut meliputi:

Curah hujan maksimum rata-rata $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \dots\dots\dots(2.2)$

$$\text{Standar deviasi} \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Koefisien Kemiringan} \quad C_S = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\text{Koefisien Keruncingan} \quad C_k = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\text{Koefisien varian} \quad C_v = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.6)$$

(Triatmodjo, 2008)

Jenis – jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah sebagai berikut:

a. Distribusi Log Normal

Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Persamaan distribusi log normal dapat ditulis dengan :

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \cdot S \dots\dots\dots(2.7)$$

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 (lampiran tabel nilai K_T dalam nilai Variabel Gauss). (Suripin, 2004).

b. Distribusi Log Person III

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Log Person III, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus berikut :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K.S \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

X_T = Nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T

X = nilai rata-rata hitung variat

S = standar deviasi (simpangan baku) nilai variat

K = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang (lampiran tabel nilai K untuk Log person III). (Suripin, 2004).

c. Distribusi Gumbell

Distribusi Gumbel umumnya digunakan untuk analisis data ekstrem, misalnya untuk analisis frekuensi banjir. Persoalan yang utama dengan nilai-nilai ekstrim datang dari persoalan banjir. (E.J Gumbel, 1941).

Apabila jumlah populasi yang terbatas (sampel), maka persamaan dapat dilihat (Suripin, 2004).

$$X_T = \bar{X} + K.S \dots\dots\dots(2.9)$$

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

X_T = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

\bar{X} = Harga rata-rata dari data curah hujan

S = Simpangan baku data hujan

K = Faktor frekuensi

Y_n = Reduced mean sebagai fungsi dari banyak n data (pada lampiran)

Y_T = Reduced variate sebagai fungsi dari banyak periode ulang T tahun (pada lampiran)

S_n = Reduced standard deviasi sebagai fungsi dari banyaknya n data (pada lampiran). (Suripin, 2004).

Menghitung Curah Hujan Recana dengan rumus Bell yaitu :

$$P^{60}(T) = \frac{93+19}{2} \times \frac{X_t}{199} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$P_i = (0,21 \cdot \ln(T) + 0,52) \times (0,54 \cdot t^{0,25} - 0,50) \times \left[\frac{P^{60} \times 60}{T} \right] \dots (2.12)$$

Keterangan :

$P^{60}(T)$ = Perkiraan curah hujan jangka waktu 60 menit dengan periode ulang tahun (mm/menit)

P_i = Prestasi/intensitas curah hujan T menit dalam periode ulang T (mm/menit)

T = Durasi lamanya curah hujan (mm/menit)

Sumber : Disain Drainase kota makasar wilayah timur

2.3.3 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi empiris dari sampel data terhadap fungsi distribusi frekuensi teoritis yang diperkirakan dapat menggambarkan/mewakili distribusi empiris tersebut, diperlukan pengujian secara statistik. Terdapat cara pengujian yaitu Uji Chi Kuadrat (Chi - Square Test).

Uji ini dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel ini menggunakan parameter X^2 , metode chi kuadrat diperoleh berdasarkan rumus :

$$x^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(Ef - Of)^2}{Ef} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$K = 1 + 3,322 \times \log n \dots\dots\dots(2.14)$$

Derajat nyata atau derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5%. Derajat kebebasan (DK) dihitung dengan rumus :

$$\text{Derajat bebas} = K - P - 1 \dots\dots\dots(2.15)$$

$$Ef = \frac{\text{Banyaknya Data}}{\text{Jumlah Kelas}} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

x^2 = Harga chi square hasil hitungan

Of = Nilai yang diamati

Ef = Nilai yang diharapkan

K = Jumlah kelas

n = Banyaknya data

P = Parameter, besarnya = 2.

Setelah distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis, atau dirumuskan sebagai berikut :

$$X^2 < X^2_{cr} \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan :

X^2 = Parameter Chi Kuadrat terhitung

X^2_{cr} = Parameter Chi Kuadrat kritis (lampiran tabel chi)

Prosedur uji Chi-kuadrat adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
2. Menghitung jumlah kelas
3. Menghitung derajat kebebasan (DK) dan X^2_{cr}
4. Menghitung kelas distribusi
5. Menghitung interval kelas. (Soewarno, 1995).

2.3.4 Intensitas Curah Hujan

Intensitas Curah Hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. (Suripin,2004).

Besarnya intensitas curah hujan itu berbeda-beda yang disebabkan oleh lamanya curah hujan atau frekuensi kejadiannya. Untuk mengestimasi intensitas curah hujan, dalam perencanaan ini biasanya digunakan salah satu dari rumus di bawah ini :

a. Metode Talbot

Rumus ini dikemukakan oleh Prof. Talbot pada tahun 1881 yang dijabarkan sebagai berikut:

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

Dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam),

t = lamanya hujan (jam),

$$a = \frac{\sum(I.t) \cdot \sum(I^2) - \sum(I^2.t) \sum(I)}{N \cdot \sum(I^2) - \sum(I) \cdot \sum(I)}$$

$$b = \frac{\sum(I) \cdot \sum(I.t) - N \sum(I^2.t)}{N \cdot \sum(I^2) - \sum(I) \cdot \sum(I)}$$

n = banyaknya data

b. Metode Sherman

Rumus ini dikemukakan oleh Prof. Sherman pada tahun 1905 yang dijabarkan seperti berikut :

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam)

$$a = \frac{\sum(\log I) \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log I \cdot \log t) \sum(\log t)}{N \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log t) \cdot \sum(\log t)}$$

$$n = \frac{\sum(\log I) \cdot \sum(\log t) - N \cdot \sum(\log I \cdot \log t)}{N \cdot \sum(\log t)^2 - \sum(\log t) \cdot \sum(\log t)}$$

t = lamanya hujan (jam)

n = banyaknya data

c. Metode Ishiguro

Rumus ini dikemukakan oleh Dr. Ishiguro pada tahun 1953 yang dijabarkan sebagai berikut:

$$I = \frac{a}{\sqrt{t} + b} \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana :

I = intensitas hujan (mm/hujan)

$$a = \frac{\sum(I \cdot \sqrt{t}) \cdot \sum(I^2) - \sum(I^2 \cdot \sqrt{t}) \sum(I)}{N \cdot \sum(I^2) - \sum(I) \cdot \sum(I)}$$

$$b = \frac{\sum(I \cdot \sqrt{t}) \cdot \sum(I) - N \cdot \sum(I^2 \cdot \sqrt{t})}{N \cdot \sum(I^2) - \sum(I) \cdot \sum(I)}$$

t = lamanya hujan (jam)

d. Metode Monobe

Metode Monobe yaitu apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia yang ada hanya data hujan harian. Persamaan umum yang dipergunakan untuk menghitung hubungan antara intensitas hujan T jam dengan curah hujan maksimum harian sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam/mm). (Suripin, 2004).

2.3.5 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 aliran. Rumus yang dipakai dalam waktu konsentrasi harga T_o , T_d , dan T_c dapat diperoleh rumus-rumus empiris, salah satunya adalah rumus *kirpich*, seperti berikut ini :

$$T_o = 0,0195 \left(\frac{L_o}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,77} \dots\dots\dots(2.22)$$

$$T_d = \frac{1}{3600} \times \frac{L_1}{V} \dots\dots\dots(2.23)$$

$$T_c = T_o + T_d \dots\dots\dots(2.24)$$

Dimana :

T_o = *Inlettime* ke saluran terdekat (menit)

L_o = Jarak aliran terjauh diatas permukaan tanah hingga saluran terdekat (m)

S_o = Kemiringan permukaan tanah yang dilalui aliran diatasnya

L_1 =Jarak yang ditempuh aliran didalam saluran sampai ketempat pengukuran (m)

T_d = *Conduittime* sampai ketempat pengukuran (jam)

V = Kecepatan aliran didalam saluran (m/detik)

T_c = Waktu konsentrasi (jam). (Wesli, 2008)

2.3.6 Koefisien Tampungan

Daerah yang memiliki cekungan untuk menampung air hujan relatif mengalirkan lebih sedikit air hujan dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki cekungan sama sekali. Berikut rumus yang digunakan dalam perhitungan koefisien tampungan.

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana :

C_s = Koefisien tampungan

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

T_d = *Conduittime* sampai ketempat pengukuran (jam). (Suripin, 2004).

2.3.7 Debit air hujan

Debit air hujan atau debit limpasan adalah apabila intensitas hujan yang jatuh di suatu Daerah Aliran Sungai melebihi kapasitas infiltrasi, setelah laju

infiltrasi terpenuhi air akan mengisi saluran pada permukaan tanah. Setelah saluran tersebut penuh, selanjutnya air akan mengalir diatas permukaan tanah. Debit air hujan ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_T = 0,278.C.C_s.I.A.....(2.26)$$

Dimana :

Q_T = Debit rencana ($m^3/detik$)

C = Koefisien pengaliran

C_s = Koefisien tampungan

I = Intensitas curah hujan ($mm/menit$)

A = Luas *catchment area* (km^2). (Chow, 1992)

2.4 Analisa Hidrolika

Drainase atau bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup, sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka. Sungai, saluran irigasi, selokan merupakan saluran terbuka, sedangkan terowongan, pipa, gorong-gorong merupakan saluran tertutup. (Suripin,2004).

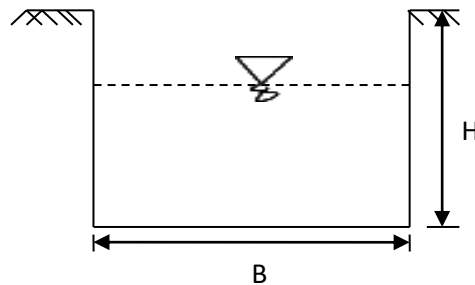
2.4.1 Penampang saluran

Penampang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran dan kemiringan dasar tertentu. Berdasarkan persamaan kontinuitas, tampak jelas bahwa untuk luas penampang melintang tetap, debit maksimum dicapai jika kecepatan aliran maksimum. Dari rumus Manning maupun Chezy dapat dilihat bahwa untuk

kemiringan dasar dan kekerasan tetap, kecepatan maksimum dicapai jika jari-jari hidraulik R maksimum. (Chow, 1992).

1. Penampang persegi paling ekonomis

Pada penampang melintang saluran berbentuk persegi dengan lebar dasar B dan kedalaman air h , penampang basah $A = B \times h$ dan keliling basah P . Maka bentuk penampang persegi paling ekonomis adalah jika kedalaman air setengah dari lebar dasar saluran atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalaman air.



Gambar 2.2 Penampang Persegi Panjang

Sumber : Suripin, 2004

Untuk penampang persegi panjang paling ekonomis :

Luas Penampang $A = b \times h \dots\dots\dots(2.27)$

Keliling Basah $P = b + 2h \dots\dots\dots(2.28)$

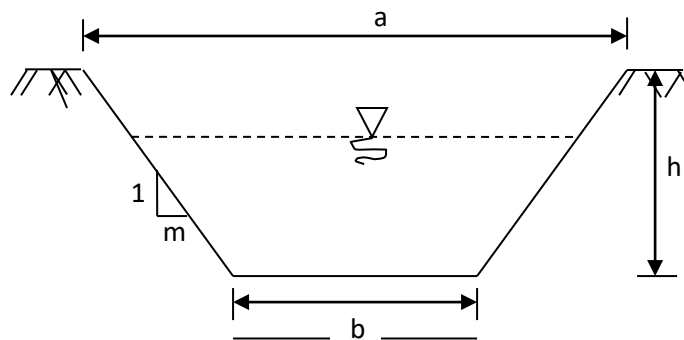
$$b = 2h \text{ atau } h = \frac{b}{2} \dots\dots\dots(2.29)$$

Jari-jari hidrolis $R = \frac{A}{P} = \frac{bh}{b+2h} \dots\dots\dots(2.30)$

(Suripin, 2004)

2. Penampang Saluran Trapesium Paling ekonomis:

Luas penampang melintang A dan keliling basah P, saluran dengan penampang melintang bentuk trapesium dengan lebar dasar b, kedalam h dan kemiringan dinding 1 m dapat dirumuskan sebagai berikut.



Gambar 2.3 Penampang Saluran Trapesium

Sumber : Suripin, 2004

Luas Penampang $A = (B + mh) h \dots\dots\dots(2.31)$

Keliling basah $P = B + 2h \sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots(2.32)$

$B = P - 2h \sqrt{m^2 + 1} \dots\dots\dots(2.33)$

Jari-jari hidrolis $R = \frac{A}{P} = \frac{A = (B + mh) h}{P = B + 2h \sqrt{m^2 + 1}} \dots\dots\dots(2.34)$

(Suripin, 2004)

2.4.2 Dimensi saluran

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

$QS > QT \dots\dots\dots(2.35)$

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

$$QS = A \times V \dots\dots\dots(2.36)$$

Dimana :

A = Luas penampang saluran (m)

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

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

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.37)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots(2.38)$$

Dimana :

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

n = koefisien kekasaran Manning

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran

A = luas penampang saluran

P = Keliling basah saluran (m). (Suripin, 2004).

2.5 Pemodelan HEC-RAS

Program *HEC RAS* merupakan paket program dari ASCE (*American Society of Civil Engineers*). *HEC-RAS* dirancang untuk membuat simulasi aliran satu dimensi. Perangkat lunak ini memberikan kemudahan dengan tampilan grafisnya.

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

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

1. Manajemen File
2. Input data dan pengeditan
3. Analisa Hidraulika
4. Keluaran (tabel, grafik dan gambar).

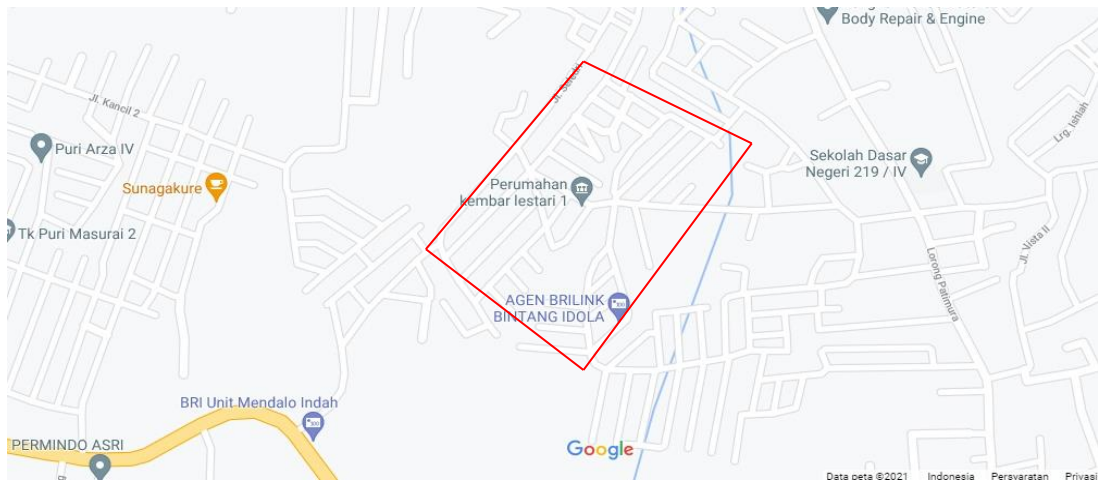
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

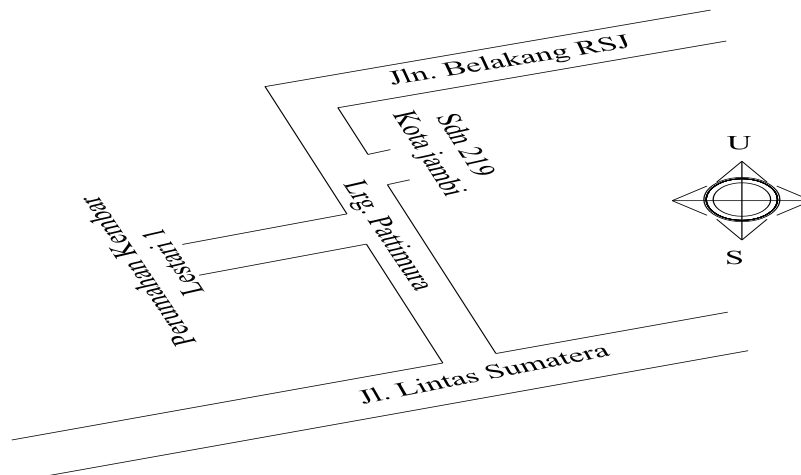
Penelitian ini dilaksanakan pada lokasi Perumahan Kembar Lestari 1 RT.

33 yang terletak pada Kelurahan Kenali Besar, Kecamatan Alam Barajo Jambi.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
Sumber : Google Maps 2021

Berikut denah Lokasi Perumahan Kembar Lestari 1



Gambar 3.4 Denah Lokasi Penelitian
Sumber : Data Olahan, 2021

3.2 Metodologi Penelitian

Pada tugas akhir ini metode penelitian yang digunakan yaitu metode pengumpulan dan analisa data. Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder, kemudian data tersebut dianalisis berdasarkan analisis hidrologi dan analisis hidrolika kemudian di evaluasi berdasarkan nilai debit saluran eksisting dengan nilai debit rencana.

3.3 Tahapan Penelitian

Tugas akhir ini disusun dengan tahapan sebagai berikut :

1. Mengumpulkan beberapa literatur dari buku, makalah, jurnal dan catatan kuliah yang berkaitan dengan studi pustaka.
2. Data primer.
3. Mengumpulkan data sekunder yaitu data Curah Hujan Maksimum selama 10 Tahun terakhir yang diperoleh dari BWS SUMATERA VI.
4. Menganalisa Data yang ada, yaitu :
 - Analisis Hidrologi → Analisis Frekuensi Curah Hujan, Intensitas Curah Hujan, Koefisien Aliran, Waktu Konsentrasi, Koefisien Tampung, Analisa Debit Rencana.
 - Analisa Hidrolika → Analisa Kapasitas Penampang Saluran, Evaluasi Debit Saluran dengan Debit Rencana.
5. Membuat kesimpulan dan saran.

3.4 Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan data-data yang berhubungan dengan drainase pada kawasan Perumahan Kembar Lestari 1 Kelurahan Kenali Besar Kecamatan Alam Barajo Kota Jambi.

Adapun metode pengumpulan data yang dipakai dalam penulisan laporan ini berupa pengumpulan data dengan cara:

1. Pengumpulan data primer.

Metode pengumpulan data secara primer ialah metode yang digunakan untuk mendapatkan data secara langsung dari sumber yang diteliti. Data Primer antara lain :

- a. Catatan hasil wawancara yang di peroleh dari warga sekitar
- b. Hasil observasi lapangan yang dilakukan survey lokasi langsung di lokasi
- c. Dokumentasi yang di ambil langsung di lokasi Penelitian

2. Pengumpulan data secara sekunder

Metode pengumpulan data secara sekunder ialah metode yang digunakan untuk mendapatkan data dari sumber-sumber yang lain yang berhubungan dengan materi penelitian dan bukan merupakan hasil langsung sipeneliti itu sendiri. Data Sekunder yaitu :

a. Data curah hujan

Data curah hujan harian maksimum 10 tahun terakhir didapat dari badan wilayah sungai sumatera (BWSS) VI Jambi. Data tersebut akan digunakan untuk mengetahui debit maksimum perencanaan drainase.

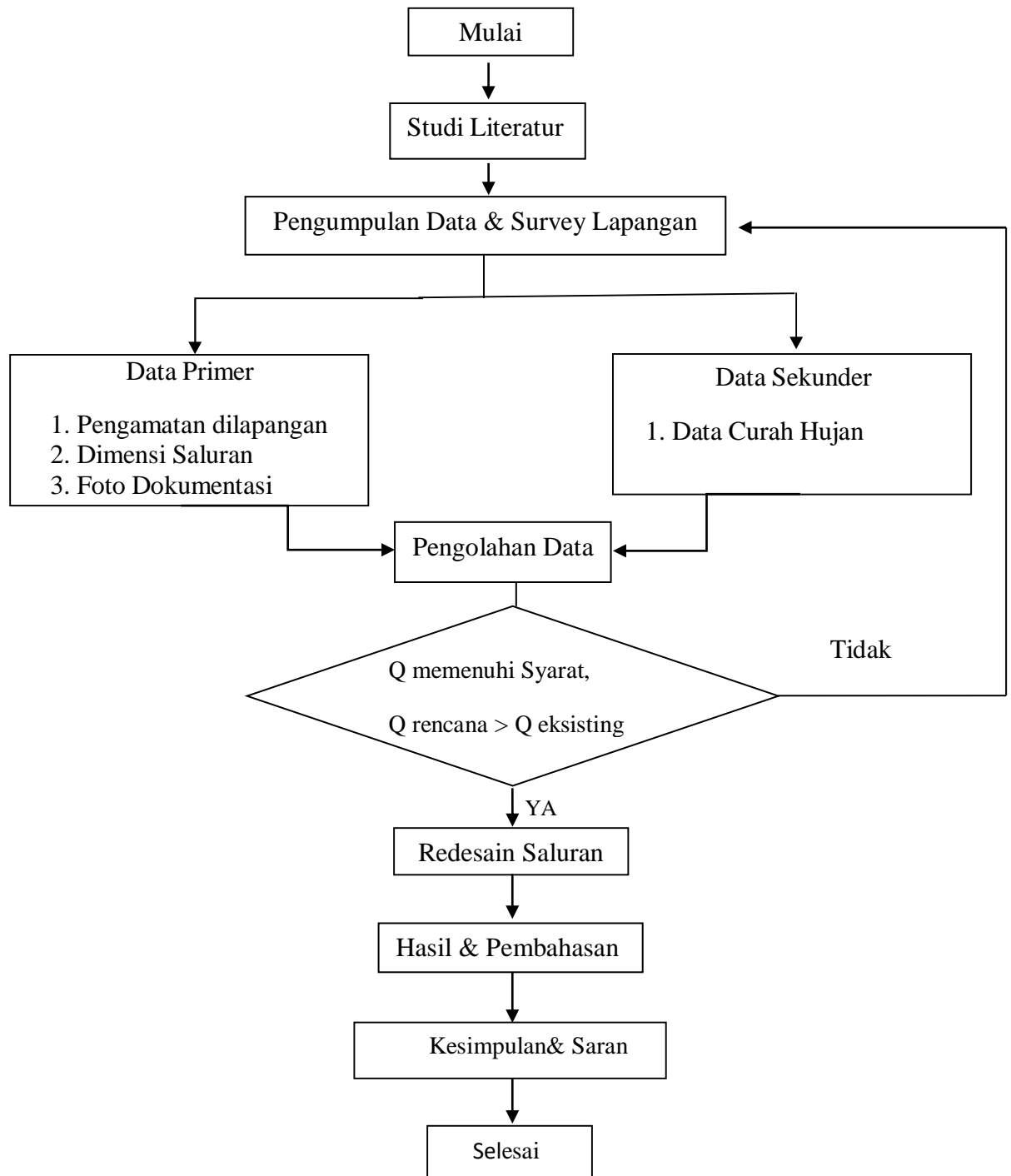
3.5 Pengolahan Data

Setelah semua data-data yang diperlukan telah terkumpul, maka dapat dilakukan analisis. Curah hujan yang didapat dianalisis dengan menggunakan analisis frekuensi untuk mendapatkan distribusi yang cocok, analisis frekuensi yang digunakan adalah Log Normal, Log Person III dan metode Gumbel. Setelah didapat distribusi yang cocok maka langkah selanjutnya yaitu dilakukan untuk uji kecocokan distribusi. Langkah selanjutnya menentukan intensitas hujan.

Kemudian tahap selanjutnya adalah menentukan debit banjir rencana, metode yang digunakan adalah metode Rasional. Pada metode ini dibutuhkan nilai koefisien aliran, intensitas hujan, dan luas area tangkapan hujan. Setelah data debit diperoleh langkah selanjutnya mencari dimensi saluran drainase, untuk mencari dimensi saluran drainase dibutuhkan data Penampang saluran, data debit saluran, koefisien kekasaran Manning, dan kemiringan dasar saluran.

3.6 Bagan Alir

Adapun urutan dalam analisis data dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian
Sumber : Data Olahan 2021

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab 4 laporan ini membahas tentang penyajian data dan analisis data pada saluran drainase Perumahan Kembar Lestari 1 Kota Jambi sehingga dapat memenuhi maksud dan tujuan laporan ini yaitu menganalisa kapasitas drainase untuk menanggulangi banjir pada Perumahan tersebut. Berikut ini adalah point – point yang akan dibahas pada bab 4 laporan ini :

4.1. Penyajian Data

4.2 Analisis Distribusi Curah Hujan

4.3 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)

4.4 Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran

4.5 Mencari Koefisien Pengaliran (C)

4.6 Waktu Konsentrasi

4.7 Tangkapan Air Hujan

4.8 Perhitungan Debit Rencana

4.9 Analisa Kapasitas Saluran

4.10 Perhitungan Rencana Dimensi Saluran

4.1 Penyajian Data

Penyajian data dilakukan untuk menjelaskan dan mengetahui karakteristik kondisi lapangan yang sesungguhnya agar mendapatkan gambaran yang jelas dan mudah untuk dipahami. Data-data tersebut diperoleh langsung dari hasil survey lapangan tahun 2021 serta data sekunder dari literatur terkait sebagai pendukung laporan penelitian ini.

4.1.1 Deskripsi Data

Pada Perumahan Kembar Lestari 1 Jambi terdapat saluran dengan data berikut :

Lebar saluran = 3,6 meter

Tinggi Saluran = 1,8 meter

Panjang sungai *eksisting* = 300 meter

4.1.2 Data Curah Hujan

Untuk menganalisa curah rencana dan debit banjir rencana diperlukan data curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir (2011-2020). Pada penelitian ini data curah hujan yang digunakan diperoleh dari kantor Badan Wilayah Sungai Sumatera (BWSS) VI Kota Jambi. Berikut ini data curah hujan 10 tahun terakhir :

Tabel 4.1 : Data Curah Hujan Bulanan Kota Jambi Periode 2011-2020

No.	Tahun	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jumlah
1	2011	142	130	174	172	216	100	71	58	24	210	238	166	1701
2	2012	76	332	204	274	293	78	142	1	70	158	105	67	1799
3	2013	149	215	451	106	203	77	109	102	226	151	152	194	2135
4	2014	51	0	39	241	148	87	98	197	48	104	142	207	1361
5	2015	128	91	109	186	166	60	86	0	0	14	186	218	1244
6	2016	131	321	108	245	171	61	58	255	63	92	293	158	1955
7	2017	200	222	145	355	374	296	67	101	155	163	426	164	2667
8	2018	149	206	285	251	316	163	40	108	185	191	534	318	2744

No.	Tahun	Jan	Feb	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jumlah
9	2019	203	245	215	349	179	144	10	23	60	195	204	155	1982
10	2020	180	226	182	349	163	144	190	126	251	548	427	287	3072

Sumber : Balai Wilayah Sungai (BWS) Sumatera VI Kota Jambi No. Stasiun

01.34.A2.71.H.00.01

Setelah mendapatkan data maka selanjutnya mencari curah hujan rata-rata, sebagai berikut :

Tabel 4.2 Curah hujan rata-rata

No.	Tahun	Jumlah	Xi (mm)
1	2011	1701	141,75
2	2012	1799	149,917
3	2013	2135	177,917
4	2014	1361	113,417
5	2015	1244	103,667
6	2016	1955	162,917
7	2017	2667	222,25
8	2018	2744	228,667
9	2019	1982	165,167
10	2020	3072	256
Jumlah Xi			1721,67
Curah hujan rata-rata 10 tahun			172,167

Sumber : Perhitungan 2022

Curah hujan rata-rata tahun 2011

$$Xi = \frac{\sum X}{n} = \frac{1701}{12} = 141,750 \text{ mm}$$

Curah hujan rata-rata 10 tahun terakhir

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{1721,67}{10} = 172,167 \text{ mm}$$

4.2. Analisis Distribusi Curah Hujan

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

4.2.1. Penentuan Jenis Distribusi

4.2.1.1 Metode Distribusi Log Normal

Untuk menentukan jenis distribusi yang digunakan maka dilakukanlah perhitungan dengan metode distribusi Log Normal berikut :

Tabel 4.3 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan (Xi) (mm)	(Log Xi)	(Log Xi - - Log \bar{X})	(Log Xi - Log \bar{X}) ²	(Log Xi - Log \bar{X}) ³	(Log Xi - Log \bar{X}) ⁴
1	2011	141,75	2,152	-0,068	0,0046	-0,0003	0,0000
2	2012	149,917	2,176	-0,043	0,0019	-0,0001	0,0000
3	2013	177,917	2,250	0,031	0,0010	0,0000	0,0000
4	2014	113,417	2,055	-0,165	0,0271	-0,0045	0,0007
5	2015	103,667	2,016	-0,204	0,0414	-0,0084	0,0017
6	2016	162,917	2,212	-0,007	0,0001	0,0000	0,0000
7	2017	222,25	2,347	0,128	0,0163	0,0021	0,0003
8	2018	228,667	2,359	0,140	0,0196	0,0027	0,0004
9	2019	165,167	2,218	-0,001	0,0000	0,0000	0,0000
10	2020	256	2,408	0,189	0,0357	0,0068	0,0013
Jumlah		1721,669	22,192		0,1476	-0,0017	0,0044
\bar{X}		172,1669	2,219				
S		0,128					

Sumber : Perhitungan 2022

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{22,192}{10} = 2,219 \text{ mm}$$

Dari data curah hujan didapat:

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}) = (2,152 - 2,219) = -0,068$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2 = (-0,068)^2 = 0,0046$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3 = (-0,068)^3 = -0,0003$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^4 = (-0,068)^4 = 0,0000$$

Keterangan : n = jumlah tahun

a. Perhitungan Dispersi Log Normal

- Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{22,192}{10} = 2,219 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,1476}{10-1}} = 0,128$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,128}{2,219} = 0,058$$

- Koefisien *swekness* (C_s)

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

$$= \frac{(10)(-0,0017)}{(10-1)(10-2)0,128^3} = -0,111$$

- Koefisien Kurtosis (C_k)

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

$$= \frac{10^2 \times 0,0044}{(10-1)(10-2)(10-3)0,128^4} = 3,247$$

Lalu digunakan persamaan $Y_T = \bar{Y} + K_T S$ dan nilai K didapat dari Tabel agar dapat dihitung curah hujan dengan periode ulang tertentu sebagai berikut:

Tabel 4.4 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang (T) Tahun	K_T	$\text{Log } \bar{X}$	$\text{Log } X_T$	S	Curah Hujan (X_T) (mm)
1	2	0.000	2.219	2.219	0.128	165.657
2	5	0.840	2.219	2.327	0.128	212.219
3	10	1.280	2.219	2.383	0.128	241.620
4	25	1.710	2.219	2.438	0.128	274.285
5	50	2.050	2.219	2.482	0.128	303.211
6	100	2.330	2.219	2.518	0.128	329.308

Sumber : Perhitungan 2022

Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi *Log Normal* :

- Untuk T = 2 Tahun

$$K_T = 0,000 \text{ (Tabel Nilai K pada reduksi Gauss lampiran)}$$

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

$$= 2,219 + (0,000 \times 0,128) = 2,219 \text{ mm}$$

$$X_T = 167,276 \text{ mm}$$

4.2.1.2. Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode Log Person Tipe III

Setelah perhitungan dengan metode diatas maka dicari perhitungan dengan metode Log Person III sebagai berikut :

Tabel 4.5. Perhitungan Curah Hujan dengan Metode Log Person Tipe III

No	Tahun	Curah Hujan (Xi) (mm)	(Log Xi)	(Log Xi - Log \bar{X})	(Log Xi - Log \bar{X}) ²	(Log Xi - Log \bar{X}) ³	(Log Xi - Log \bar{X}) ⁴
1	2011	141.75	2.152	-0.068	0.0046	-0.0003	0.0000
2	2012	149.917	2.176	-0.043	0.0019	-0.0001	0.0000
3	2013	177.917	2.250	0.031	0.0010	0.0000	0.0000
4	2014	113.417	2.055	-0.165	0.0271	-0.0045	0.0007
5	2015	103.667	2.016	-0.204	0.0414	-0.0084	0.0017
6	2016	162.917	2.212	-0.007	0.0001	0.0000	0.0000
7	2017	222.25	2.347	0.128	0.0163	0.0021	0.0003
8	2018	228.667	2.359	0.140	0.0196	0.0027	0.0004
9	2019	165.167	2.218	-0.001	0.0000	0.0000	0.0000
10	2020	256	2.408	0.189	0.0357	0.0068	0.0013
Jumlah		1721.669	22.192		0.1476	-0.0017	0.0044
\bar{X}		172.1669	2.219				
S		0.128					

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

- Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{22,193}{10} = 2,219 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,1476}{10 - 1}} = 0,128$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,128}{2,219} = 0,058$$

- Koefisien *swekness* (C_s)

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

$$= \frac{(10)(-0,0017)}{(10 - 1)(10 - 2)0,128^3} = -0,111$$

- Koefisien Kurtosis (C_k)

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

$$= \frac{10^2 \times 0,0044}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)0,128^4} = 3,247$$

Nilai K dapat ditentukan berdasarkan hasil perhitungan C_s yang akan dicocokkan pada Tabel K untuk distribusi log person type III. Sehingga didapatkan nilai variable standar (k) untuk periode ulang yang dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Nilai K hasil distribusi Log Pearson III

No	Periode ulang	Cs	K
1	2	-0.2	0.033
2	5	-0.2	0.85
3	10	-0.2	1.258
4	25	-0.2	1.68
5	50	-0.2	1.945
6	100	-0.2	2.178

Sumber : Perhitungan 2022

Perhitungan logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan

rumus persamaan :

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

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

No	Periode Ulang (T) Tahun	KT	Log \bar{X}	Log X _T	S	Curah Hujan (X _T) (mm)
1	2	0.033	2.219	2.223	0.128	167.276
2	5	0.85	2.219	2.328	0.128	212.846
3	10	1.258	2.219	2.380	0.128	240.058
4	25	1.68	2.219	2.434	0.128	271.869
5	50	1.945	2.219	2.468	0.128	293.966
6	100	2.178	2.219	2.498	0.128	314.874

Sumber : Perhitungan 2022

Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person III :

– Untuk T = 2 Tahun

$$KT = 0,033 \text{ (Tabel nilai K untuk distribusi Log-Person III)}$$

$$\text{Log } XT = \text{Log } X + (KT \times S)$$

$$= 2,219 + (0,033 \times 0,128) = 2,223 \text{ mm}$$

$$XT = 167,276 \text{ mm}$$

4.2.1.3 Metode Distribusi Gumbell

Untuk metode perhitungan berikutnya digunakan dengan metode distribusi gumbell sebagai berikut :

Tabel 4.8 Perhitungan Distribusi Gumbel

No	Tahun	Curah Hujan (Xi) (mm)	(Xi - \bar{X})	(Xi - \bar{X}) ²	(Xi - \bar{X}) ³	(Xi - \bar{X}) ⁴
1	2011	141.75	-30.417	925.188	-28141.345	855972.476
2	2012	149.917	-22.250	495.058	-11014.992	245082.473
3	2013	177.917	5.750	33.064	190.119	1093.205
4	2014	113.417	-58.750	3451.551	-202778.261	11913202.580
5	2015	103.667	-68.500	4692.236	-321417.717	22017081.495
6	2016	162.917	-9.250	85.561	-791.427	7320.625
7	2017	222.25	50.083	2508.317	125624.286	6291653.699
8	2018	228.667	56.500	3192.261	180363.083	10190532.208
9	2019	165.167	-7.000	48.999	-342.985	2400.863
10	2020	256	83.833	7027.989	589178.076	49392624.543
Jumlah		1721.669		22460.223	330868.836	100916964.166
\bar{X}		172.167				
S		49.956				

Sumber : Perhitungan 2022

Dari data curah hujan didapat :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{1721,669}{10} = 172,67 \text{ mm}$$

$$(X_i - \bar{X}) = 141,750 - 172,167 = -30,417$$

$$(X_i - \bar{X})^2 = (-30,417)^2 = 952,188$$

$$(X_i - \bar{X})^3 = (-30,417)^3 = -28141,345$$

$$(X_i - \bar{X})^4 = (-30,417)^4 = 855972,476$$

Keterangan : n = jumlah tahun

c. Perhitungan Dispersi Gumbell

– Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{1721,669}{10} = 172,167 \text{ mm}$$

– Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{22460,223}{10 - 1}} = 49,956$$

– Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{49,956}{172,167} = 0,290$$

– Koefisien *swekness* (C_s)

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

$$= \frac{(10)(330868,836)}{(10 - 1)(10 - 2)49,956^3} = 0,369$$

– Koefisien Kurtosis (C_k)

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

$$= \frac{10^2 \times 100916964,166}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)49,956^4} = 3,251$$

Pada distribusi Gumbel, setelah memperoleh nilai rata-rata curah hujan dan simpangan baku, kemudian dicari nilai :

Reduced Mean(Y_n) pada Tabel $Y_n = 0,4952$

Reduced Standard Deviation pada Tabel $S_n = 0,9496$

Recuded Variate(Y_{Tr}) pada tabel $Y_{tr} = 0,3668$

Rumus yang digunakan dalam distribusi gumbel adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X_{Tr} &= \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \cdot S \\ &= 172,167 + \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} \times 49,956 = 165,412 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$P^{60}(T) = \left[\frac{93+19}{2} \times \frac{X_{Tr}}{199} \right] = \left[\frac{93+19}{2} \times \frac{165,412}{199} \right] = 46,548 \text{ mm/menit}$$

Dilanjutkan dengan perhitungan Periode ulang analisa curah hujan rencana dengan distribusi gumbell sebagai berikut :

Tabel 4.9 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbell

Periode Ulang	YT	Yn	Sn	\bar{X}	Standar Deviasi (S)	XTr	P60 (T)
2	0.3668	0.4952	0.9496	172.167	49.956	165,412	46.548
5	1.5004	0.4952	0.9496	172.167	49.956	225,048	63.330
10	2.2510	0.4952	0.9496	172.167	49.956	264,535	74.442
25	3.1993	0.4952	0.9496	172.167	49.956	314,423	88.481
50	3.9028	0.4952	0.9496	172.167	49.956	351,432	98.895
100	4.6012	0.4952	0.9496	172.167	49.956	388,173	109.235

Sumber : Perhitungan 2022

Setelah didapat perhitungan analisa curah hujan maka dilanjutkan dengan perhitungan hasil analisis frekuensi dibawah ini :

$$P_i = (0,21 \cdot \ln \cdot T + 0,52) \times (0,54 \cdot t^{0,25} - 0,50) \times \left[\frac{P^{60}}{t} \times 60 \right]$$

$$= (0,21 \times \ln(2) + 0,52) (0,54 \times 5^{0,25} - 0,50) \left[\frac{46,548}{5} \times 60 \right]$$

$$= 114,314 \text{ mm/menit}$$

Tabel 4.10. Hasil Analisis Frekuensi

Durasi (menit)	Periode Ulang (mm/menit)					
	2	5	10	25	50	100
5	114,314	200,492	275,654	390,461	489,534	599,388
10	85,557	150,056	206,309	292,235	366,385	448,603
20	59,665	104,645	143,875	203,797	255,507	312,844
30	47,325	83,002	114,119	161,648	202,664	248,142
40	39,873	69,933	96,149	136,195	170,752	209,069
60	31,071	54,494	74,923	106,128	133,056	162,914
80	25,907	45,438	62,471	88,490	110,943	135,839
120	19,940	34,972	48,083	68,109	85,391	104,553

Sumber : Perhitungan, 2022

Berikut ini adalah perbandingan hasil Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana

Maksimum 3 metode diatas :

Tabel 4.11 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum (3

Metode)

No	Periode Ulang (T) Tahun	Log Normal (mm)	Log-Person III (mm)	Gumbel (mm)
1	2	165.657	167.276	164.440
2	5	212.219	212.846	221.070
3	10	241.620	240.058	258.567
4	25	274.285	271.869	305.940
5	50	303.211	293.966	341.084
6	100	329.308	314.874	375.973

Sumber : Perhitungan 2022

Dari hasil analisis distribusi frekuensi hujan dengan tiga metode tersebut, maka yang digunakan periode ulang 10 Tahun terlihat bahwa distribusi metode Gumbel Periode ulang 10 Tahun yang paling ekstrem sehingga data inilah yang digunakan untuk analisis berikutnya.

Tabel 4.12 Perbandingan Hasil Dispersi

No	Dispersi	Hasil Dispersi		
		Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
1	S	0.128	0.128	49.956
2	Cs	-0.111	-0.111	0.369
3	Ck	3.247	3.247	3.125
4	Cv	0.058	0.058	0.29

Sumber : Perhitungan 2022

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

Adapun hasil uji distribusi dapat dilihat pada tabel 4.13 di bawah ini:

Tabel 4.13 Hasil Uji Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3 = 0,087$	-0,111	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3,01$	3,247	
Log Pearson III	$C_s \neq 0$	-0,111	Memenuhi
	$C_k \neq 0$	3,247	
Gumbel	$C_s = 1,14$	0,369	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5,4$	3,125	

Sumber : Perhitungan 2022

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

4.2.2. Uji Chi-Kuadrat

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

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f}$$

Pengujian distribusi terpilih yaitu Log Pearson Type III terhadap uji Chi-Kuadrat ialah sebagai berikut :

$$- K = 1 + 3,3 \text{ Log } n = 1 + 3,3 \text{ Log } 10 = 4,3 \sim 4$$

- Derajat kebebasan:

$$DK = K - p - 1 = 4 - 2 - 1 = 1$$

$$- E_f = \frac{n}{G} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$- \Delta X = \frac{(X_{maks} - X_{min})}{G - 1} = \frac{2,408 - 2,016}{4 - 1} = 0,1307$$

$$- X_{awal} = X_{min} - \frac{1}{2} \Delta X = 2,106 - \frac{1}{2} \times 0,1307 = 2,0407$$

Didapat hasil pengujian chi-kuadrat nilai batas tiap kelas sebagai berikut :

Tabel 4.14 Uji Chi-Kuadrat

Nilai Batas Tiap Kelas	O_f	E_f	$(O_f - E_f)^2$	$(O_f - E_f)^2 / E_f$
$2,0407 < X_i < 2,1714$	3	2,5	0,25	0,1
$2,1714 < X_i < 2,3021$	4	2,5	2,25	1
$2,3021 < X_i < 2,4328$	3	2,5	0,25	0,1
$2,4328 < X_i < 2,5635$	0	2,5	6,25	2,5
Jumlah	10	10	9	3,7

Sumber : Perhitungan 2022

Dengan menggunakan signifikansi $DK = 4$ dan $(\alpha) = 0,05$ maka diperoleh nilai Chi-Kuadrat kritis $X^2 = 9,487$. Dari hasil perhitungan diatas diperoleh X^2 dihitung $= 3,7 < X^2_{tabel} = 9,487$ maka distribusi memenuhi syarat.

4.3 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)

Untuk hujan yang terjadi selama 5 menit sampai 2 jam, persamaan intensitas durasi hujan menggunakan perhitungan dengan *Metode Talbot, Ishiguro* dan *Sherman*.

Berikut contoh perhitungan tabel 4.15 untuk konstanta lamanya hujan periode ulang 2 Tahun dengan hujan yang terjadi selama 5 menit :

$$t = 5 \text{ menit}$$

$$I = 114,314 \text{ (didapat pada tabel 4.10 Hasil analisis frekuensi)}$$

$$\text{Log } t = \log (5) = 0,699$$

$$\text{Log } I = \log (114,314) = 2,058$$

$$\text{Log } t \times \text{log } I = 0,699 \times 2,058 = 1,439$$

$$\text{Log } t^2 = 0,699^2 = 0,489$$

$$t \times I = 5 \times 114,314 = 571,570$$

$$I^2 = 114,314^2 = 13067,691$$

$$I^2 \times t = 13067,691 \times 5 = 65338,455$$

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

$$I \times \sqrt{t} = 114,314 \times 2,236 = 255,614$$

$$I^2 \times \sqrt{t} = 13067,691 \times 2,236 = 29220,245$$

Berikut ini adalah Perhitungan Intensitas curah hujan dengan lamanya hujan periode ulang 2 tahun dijabarkan pada tabel

Tabel 4.15. Perhitungan Konstanta Lamanya Hujan Periode Ulang 2 Tahun

t	I	log t	log I	log t x log I	log t²	t x I	I²	I² x t	√t	I x √t	I² x √t
5	114,314	0,699	2,058	1,439	0,489	571,570	13067,691	65338,455	2,236	255,614	29220,245
10	85,557	1,000	1,932	1,932	1,000	855,570	7320,000	73200,000	3,162	270,555	23147,872
20	59,665	1,301	1,776	2,311	1,693	1193,300	3559,912	71198,240	4,472	266,830	15920,410
30	47,325	1,477	1,675	2,474	2,182	1419,750	2239,656	67189,680	5,477	259,210	12267,101
40	39,873	1,602	1,601	2,565	2,567	1594,920	1589,856	63594,240	6,325	252,179	10055,132
60	31,071	1,778	1,492	2,653	3,162	1864,260	965,407	57924,420	7,746	240,675	7478,010
80	25,907	1,903	1,413	2,689	3,622	2072,560	671,173	53693,840	8,944	231,719	6003,154
120	19,940	2,079	1,300	2,703	4,323	2392,800	397,604	47712,480	10,954	218,432	4355,534
Jumlah	423,652	11,840	13,247	18,766	19,036	11963,730	29811,299	499851,355	49,317	1995,214	108447,458

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

Setelah didapat hasil dari perhitungan periode ulang 2 tahun diatas maka dapat dihitung dengan Intensitas Curah hujan dengan 3 metode dibawah ini :

1. Cara Talbot	a =	$\frac{11963,730 \times 29811,299 - 499851,355 \times 423,652}{8 \times 29811,299 - 423,652 \times 423,652} = \frac{144891305,9}{59009,375} = 2455,395$
	b =	$\frac{423,652 \times 11963,730 - 8 \times 499851,355}{8 \times 29811,299 - 423,652 \times 423,652} = \frac{1069647,302}{59009,375} = 18,127$
2. Cara Ishiguro	a =	$\frac{1995,214 \times 29811,299 - 108447,458 \times 423,652}{8 \times 29811,299 - 423,652 \times 423,652} = \frac{13535938,65}{59009,375} = 229,386$
	b =	$\frac{423,652 \times 1995,214 - 8 \times 108447,458}{8 \times 29811,299 - 423,652 \times 423,652} = \frac{-22303,262}{59009,375} = -0,378$
3. Cara Sherman	log a =	$\frac{13,247 \times 19,036 - 18,766 \times 11,840}{8 \times 19,036 - 11,840 \times 11,840} = \frac{29,980}{12,102} = 2,477$
	n =	$\frac{13,247 \times 11,840 - 8 \times 18,766}{8 \times 19,036 - 11,840 \times 11,840} = \frac{6,716}{12,102} = 0,555$

Berikut ini adalah Perhitungan Intensitas curah hujan dengan lamanya hujan periode ulang 5 tahun :

Tabel 4.16. Perhitungan Konstanta Lamanya Hujan Periode Ulang 5 Tahun

t	I	log t	log I	log t x log I	log t ²	t x I	I ²	I ² x t	√t	I x √t	I ² x √t
5	200,492	0,699	2,302	1,609	0,489	1002,460	40197,042	200985,210	2,236	448,314	89883,318
10	150,056	1,000	2,176	2,176	1,000	1500,560	22516,803	225168,030	3,162	474,519	71204,383
20	104,645	1,301	2,020	2,628	1,693	2092,900	10950,576	219011,520	4,472	467,987	48972,465
30	83,002	1,477	1,919	2,834	2,182	2490,060	6889,332	206679,960	5,477	454,621	37734,425
40	69,933	1,602	1,845	2,956	2,567	2797,320	4890,624	195624,960	6,325	442,295	30931,022
60	54,494	1,778	1,736	3,087	3,162	3269,640	2969,596	178175,760	7,746	422,109	23002,392
80	45,438	1,903	1,657	3,153	3,622	3635,040	2064,612	165168,960	8,944	406,410	18466,451
120	34,972	2,079	1,544	3,210	4,323	4196,640	1223,041	146764,920	10,954	383,099	13397,743
Jumlah	743,032	11,840	15,199	21,653	19,036	20984,020	91701,626	1537579,320	49,317	3499,354	333592,199

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

Setelah didapat hasil dari perhitungan periode ulang 5 tahun diatas maka dapat dihitung dengan Intensitas Curah hujan dengan

3 metode dibawah ini :

1. Cara Talbot	a =	$\frac{20984,020}{8} \times \frac{91701,626}{91701,626} - \frac{1537579,320}{743,032} \times \frac{743,032}{743,032} = \frac{781798116,7}{181516,455} = 4307,037$
	b =	$\frac{743,032}{8,000} \times \frac{20984,020}{91701,626} - \frac{8,000}{743,032} \times \frac{1537579,320}{743,032} = \frac{3291163,789}{181516,455} = 18,131$
2. Cara Ishiguro	a =	$\frac{3499,354}{8,000} \times \frac{91701,626}{91701,626} - \frac{333592,199}{743,032} \times \frac{743,032}{743,032} = \frac{73026772,94}{181516,455} = 402,315$
	b =	$\frac{743,032}{8,000} \times \frac{3499,354}{91701,626} - \frac{8,000}{743,032} \times \frac{333592,199}{743,032} = \frac{-68605,591}{181516,455} = -0,378$
3. Cara Sherman	log a =	$\frac{15,199}{8,000} \times \frac{19,036}{19,036} - \frac{21,653}{11,840} \times \frac{11,840}{11,840} = \frac{32,957}{12,114} = 2,721$
	n =	$\frac{15,199}{8,000} \times \frac{11,840}{19,036} - \frac{8,000}{11,840} \times \frac{21,653}{11,840} = \frac{6,732}{12,114} = 0,556$

Berikut ini adalah Perhitungan Intensitas curah hujan dengan lamanya hujan periode ulang 10 tahun :

Tabel 4.17. Perhitungan Konstanta Lamanya Hujan Periode Ulang 10 Tahun

t	I	log t	log I	log t x log I	log t ²	t x I	I ²	I ² x t	√t	I x √t	I ² x √t
5	275,654	0,699	2,440	1,706	0,489	1378,270	75985,128	379910,640	2,2361	616,381	169907,911
10	206,309	1,000	2,315	2,315	1,000	2063,090	42563,403	425634,030	3,1623	652,406	134597,298
20	143,875	1,301	2,158	2,808	1,693	2877,500	20700,016	414000,320	4,4721	643,429	92572,286
30	114,119	1,477	2,057	3,038	2,182	3423,570	13023,146	390694,380	5,4772	625,056	71330,708
40	96,149	1,602	1,983	3,177	2,567	3845,960	9244,630	369785,200	6,3246	608,100	58468,174
60	74,923	1,778	1,875	3,334	3,162	4495,380	5613,456	336807,360	7,7460	580,351	43481,643
80	62,471	1,903	1,796	3,418	3,622	4997,680	3902,626	312210,080	8,9443	558,758	34906,148
120	48,083	2,079	1,682	3,497	4,323	5769,960	2311,975	277437,000	10,9545	526,723	25326,417
Jumlah	1021,583	11,840	16,306	23,293	19,036	28851,410	173344,380	2906479,010	49,317	4811,204	630591,585

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

Setelah didapat hasil dari perhitungan periode ulang 10 tahun diatas maka dapat dihitung dengan Intensitas Curah hujan dengan 3 metode dibawah ini :

1.	Cara Talbot	$a = \frac{28851,410}{8} \times 173344,380 - \frac{2906479,010}{1021,583} \times 1021,583 = \frac{2032020232,1}{343123,214} = 5922,130$
		$b = \frac{1021,583}{8,000} \times 26761,493 - \frac{8,000}{1021,583} \times \frac{2906479,010}{1021,583} = \frac{6222277,902}{343123,214} = 18,134$
2.	Cara Ishiguro	$a = \frac{4811,204}{8,000} \times 173344,380 - \frac{630591,585}{1021,583} \times 1021,583 = \frac{189793531,3}{343123,214} = 553,135$
		$b = \frac{1021,583}{8,000} \times 4811,204 - \frac{8,000}{1021,583} \times \frac{630591,585}{1021,583} = \frac{-129688,464}{343123,214} = -0,378$
3.	Cara Sherman	$\log a = \frac{16,306}{8,000} \times 19,036 - \frac{23,293}{11,840} \times 11,840 = \frac{34,612}{12,114} = 2,857$
		$n = \frac{16,306}{8,000} \times 11,840 - \frac{8,000}{11,840} \times \frac{23,293}{11,840} = \frac{6,719}{12,114} = 0,555$

Berikut ini adalah Perhitungan Intensitas curah hujan dengan lamanya hujan periode ulang 25 tahun :

Tabel 4.18. Perhitungan Konstanta Lamanya Hujan Periode Ulang 25 Tahun

t	I	log t	log I	log t x log I	log t ²	t x I	I ²	I ² x t	√t	I x √t	I ² x √t
5	390,461	0,699	2,592	1,812	0,489	1952,305	152459,793	762298,965	2,236	873,097	340910,461
10	292,235	1,000	2,466	2,466	1,000	2922,350	85401,295	854012,950	3,162	924,128	270062,607
20	203,797	1,301	2,309	3,004	1,693	4075,940	41533,217	830664,340	4,472	911,408	185742,193
30	161,648	1,477	2,209	3,263	2,182	4849,440	26130,076	783902,280	5,477	885,383	143120,321
40	136,195	1,602	2,134	3,419	2,567	5447,800	18549,078	741963,120	6,325	861,373	117314,670
60	106,128	1,778	2,026	3,602	3,162	6367,680	11263,152	675789,120	7,746	822,064	87244,000
80	88,490	1,903	1,947	3,705	3,622	7079,200	7830,480	626438,400	8,944	791,479	70037,942
120	68,109	2,079	1,833	3,811	4,323	8173,080	4638,836	556660,320	10,954	746,097	50185,902
Jumlah	1447,063	11,840	17,516	25,082	19,036	40867,795	347805,927	5831729,495	49,317	6815,029	1265248,096

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

Setelah didapat hasil dari perhitungan periode ulang 25 tahun diatas maka dapat dihitung dengan Intensitas Curah hujan dengan 3 metode dibawah ini :

1.	Cara Talbot	a =	$\frac{40867,795}{8} \times 347805,927 - 5831729,495 \times \frac{1447,063}{1447,063} = \frac{5775181346}{688456,090} = 8388,598$
		b =	$\frac{1447,063}{8,000} \times 40867,795 - 8,000 \times \frac{5831729,495}{1447,063} = \frac{12484438,08}{688456,090} = 18,134$
2.	Cara Ishiguro	a =	$\frac{6815,029}{8,000} \times 347805,927 - 1265248,096 \times \frac{1447,063}{1447,063} = \frac{539413773,3}{688456,090} = 783,512$
		b =	$\frac{1447,063}{8,000} \times 6815,029 - 8,000 \times \frac{1265248,096}{1447,063} = \frac{-260208,458}{688456,090} = -0,378$
3.	Cara Sherman	log a =	$\frac{17,516}{8,000} \times 19,036 - 25,082 \times \frac{11,840}{11,840} = \frac{36,464}{12,114} = 3,010$
		n =	$\frac{17,516}{8,000} \times 11,840 - 8,000 \times \frac{25,082}{11,840} = \frac{6,733}{12,114} = 0,556$

Berikut ini adalah Perhitungan Intensitas curah hujan dengan lamanya hujan periode ulang 50 tahun :

Tabel 4.19. Perhitungan Konstanta Lamanya Hujan Periode Ulang 50 Tahun

t	I	log t	log I	log t x log I	log t ²	t x I	I ²	I ² x t	√t	I x √t	I ² x √t
5	489,534	0,699	2,690	1,880	0,489	2447,670	239643,537	1198217,685	2,236	1094,631	535859,239
10	366,385	1,000	2,564	2,564	1,000	3663,850	134237,968	1342379,680	3,162	1158,611	424497,727
20	255,507	1,301	2,407	3,132	1,693	5110,140	65283,827	1305676,540	4,472	1142,662	291958,150
30	202,664	1,477	2,307	3,407	2,182	6079,920	41072,697	1232180,910	5,477	1110,036	224964,426
40	170,752	1,602	2,232	3,576	2,567	6830,080	29156,246	1166249,840	6,325	1079,930	184400,291
60	133,056	1,778	2,124	3,776	3,162	7983,360	17703,899	1062233,940	7,746	1030,647	137133,812
80	110,943	1,903	2,045	3,892	3,622	8875,440	12308,349	984667,920	8,944	992,304	110089,220
120	85,391	2,079	1,931	4,015	4,323	10246,920	7291,623	874994,760	10,954	935,412	79875,728
Jumlah	1814,232	11,840	18,300	26,242	19,036	51237,380	546698,146	9166598,275	49,317	8544,233	1988778,593

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

Setelah didapat hasil dari perhitungan periode ulang 50 tahun diatas maka dapat dihitung dengan Intensitas Curah hujan dengan 3 metode dibawah ini :

1.	Cara Talbot	a =	$\frac{51237,380}{8} \times 546698,146 - 9166598,275 \times \frac{1814,232}{1814,232} = \frac{11472710713}{1082147,418} = 10601,800$
		b =	$\frac{1814,232}{8,000} \times 51237,380 - 8,000 \times \frac{9166598,275}{1814,232} = \frac{19623708,19}{1082147,418} = 18,134$
2.	Cara Ishiguro	a =	$\frac{8544,233}{8,000} \times 546698,146 - 1988778,593 \times \frac{1814,232}{1814,232} = \frac{1063010575,76}{1082147,418} = 982,316$
		b =	$\frac{1814,232}{8,000} \times 8544,233 - 8,000 \times \frac{1988778,593}{1814,232} = \frac{-409007,820}{1082147,418} = -0,378$
3.	Cara Sherman	log a =	$\frac{18,300}{8,000} \times 19,036 - 26,242 \times \frac{11,840}{11,840} = \frac{37,654}{12,114} = 3,108$
		n =	$\frac{18,300}{8,000} \times 11,840 - 8,000 \times \frac{26,242}{11,840} = \frac{6,736}{12,114} = 0,556$

Berikut ini adalah Perhitungan Intensitas curah hujan dengan lamanya hujan periode ulang 100 tahun :

Tabel 4.20. Perhitungan Konstanta Lamanya Hujan Periode Ulang 100 Tahun

t	I	log t	log I	log t x log I	log t ²	t x I	I ²	I ² x t	√t	I x √t	I ² x √t
5	599,388	0,699	2,778	1,942	0,489	2996,940	359265,975	1796329,875	2,236	1340,272	803343,142
10	448,603	1,000	2,652	2,652	1,000	4486,030	201244,652	2012446,520	3,162	1418,607	636391,467
20	312,844	1,301	2,495	3,246	1,693	6256,880	97871,368	1957427,360	4,472	1399,081	437694,064
30	248,142	1,477	2,395	3,537	2,182	7444,260	61574,452	1847233,560	5,477	1359,130	337257,163
40	209,069	1,602	2,320	3,717	2,567	8362,760	43709,847	1748393,880	6,325	1322,268	276445,345
60	162,914	1,778	2,212	3,933	3,162	9774,840	26540,971	1592458,260	7,746	1261,926	205585,477
80	135,839	1,903	2,133	4,059	3,622	10867,120	18452,234	1476178,720	8,944	1214,981	165041,798
120	104,553	2,079	2,019	4,198	4,323	12546,360	10931,330	1311759,600	10,954	1145,321	119746,720
Jumlah	2221,352	11,840	19,004	27,284	19,036	62735,190	819590,829	13742227,78	49,317	10461,586	2981505,176

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

Setelah didapat hasil dari perhitungan periode ulang 100 tahun diatas maka dapat dihitung dengan Intensitas Curah hujan dengan 3 metode dibawah ini :

1. Cara Talbot	a =	$\frac{62735,190 \times 819590,829 - 13742227,78 \times 2221,352}{8 \times 819590,829 - 2221,352 \times 2221,352} = \frac{20890861216}{1622321,924} = 12877,137$
	b =	$\frac{2221,352 \times 62735,190 - 8,000 \times 13742227,78}{8,000 \times 819590,829 - 2221,352 \times 2221,352} = \frac{29419117,54}{1622321,924} = 18,134$
2. Cara Ishiguro	a =	$\frac{10461,586 \times 819590,829 - 2981505,176 \times 2221,352}{8,000 \times 819590,829 - 2221,352 \times 2221,352} = \frac{1951247457}{1622321,924} = 1202,750$
	b =	$\frac{2221,352 \times 10461,586 - 8,000 \times 2981505,176}{8,000 \times 819590,829 - 2221,352 \times 2221,352} = \frac{-613176,424}{1622321,924} = -0,378$
3. Cara Sherman	log a =	$\frac{19,004 \times 19,036 - 27,284 \times 11,840}{8,000 \times 19,036 - 11,840 \times 11,840} = \frac{38,718}{12,114} = 3,196$
	n =	$\frac{19,004 \times 11,840 - 8,000 \times 27,284}{8,000 \times 19,036 - 11,840 \times 11,840} = \frac{6,735}{12,114} = 0,556$

Didapatlah hasil perhitungan konstanta lamanya hujan 3 metode diatas sebagai berikut :

Tabel 4.21. Hasil Perhitungan Konstanta lamanya Hujan (a,b,n)

Periode Ulang (T)	Talbot		Ishiguro		Sherman		
	A	b	a	b	Log a	a	n
2	2455,395	18,127	229,386	-0,378	2,477	299,916	0,555
5	4307,037	18,131	402,315	-0,378	2,721	526,017	0,556
10	5922,130	18,134	553,135	-0,378	2,857	719,449	0,555
25	8388,598	18,134	783,512	-0,378	3,010	1023,293	0,556
50	10601,800	18,134	982,316	-0,378	3,108	1282,331	0,556
100	12877,137	18,134	1202,750	-0,378	3,196	1570,363	0,556

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

4.3.1 Analisa Aliran

Untuk menentukan limpasan dibutuhkan data intensitas curah hujan dalam jangka pendek dengan durasi 5 sampai 120 menit. Berikut langkah mencari intensitas curah hujan jangka pendek di bawah ini :

1. Perhitungan Intensitas durasi Metode Talbot

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

2. Perhitungan Intensitas durasi Metode Ishiguro

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

3. Perhitungan Intensitas durasi Metode Sherman

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

Tabel 4.22. Perhitungan Intensitas durasi Metode Talbot

No	INTENSITAS (MM/Menit)						
	Durasi (menit)	Return Periode					
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	5	106,170	186,202	255,992	362,609	458,278	556,633
2	10	87,297	153,106	210,497	298,166	376,832	457,707
3	20	64,400	112,954	155,298	219,977	278,014	337,681
4	30	51,019	89,486	123,034	174,276	220,256	267,527
5	40	42,242	74,092	101,870	144,298	182,368	221,508
6	60	31,428	55,126	75,795	107,362	135,687	164,808
7	80	25,023	43,891	60,347	85,481	108,034	131,220
8	120	17,776	31,181	42,872	60,728	76,750	93,222

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

Contoh perhitungan intensitas durasi metode talbot periode ulang 2 tahun dengan durasi 5 menit. Untuk nilai a,t, dan b diambil dari tabel 4.21.

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

$$= \frac{2455,395}{5+18,127} = 106,170 \text{ mm/menit}$$

Untuk intensitas durasi selanjutnya bisa dilihat pada tabel 4.22

Tabel 4.23. Perhitungan Intensitas durasi Metode Ishiguro

No	INTENSITAS (MM/Menit)						
	Durasi (menit)	Return Periode					
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	5	123,454	216,523	297,694	421,681	528,676	647,312
2	10	82,386	144,495	198,664	281,406	352,808	431,979
3	20	56,028	98,266	135,104	191,374	239,932	293,774
4	30	44,984	78,897	108,474	153,653	192,640	235,869
5	40	38,575	67,655	93,018	131,759	165,191	202,260
6	60	31,133	54,603	75,073	106,340	133,323	163,240
7	80	26,778	46,965	64,571	91,465	114,673	140,405
8	120	21,688	38,039	52,299	74,081	92,878	113,720

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2022

Contoh perhitungan intensitas durasi metode ishiguro periode 2 tahun dengan durasi 5 menit. Untuk nilai a , \sqrt{t} , dan b diambil dari tabel 4.21.

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

$$= \frac{229,386}{\sqrt{5} + -0,378} = 123,454 \text{ mm/menit}$$

Untuk intensitas durasi selanjutnya bisa dilihat pada tabel 4.23

Tabel 4.24. Perhitungan Intensitas durasi Metode Sherman

No	INTENSITAS (MM/Menit)						
	Durasi (menit)	Return Periode					
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	5	122,764	214,967	294,491	418,189	524,050	641,760
2	10	83,560	146,218	200,447	284,446	356,451	436,516
3	20	56,876	99,455	136,436	193,476	242,453	296,912
4	30	45,415	79,382	108,943	154,426	193,518	236,985
5	40	38,713	67,648	92,866	131,600	164,913	201,955
6	60	30,912	53,994	74,153	105,038	131,628	161,194
7	80	26,350	46,013	63,210	89,512	112,171	137,367
8	120	21,040	36,726	50,472	71,446	89,531	109,642

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

Contoh perhitungan intensitas durasi metode sherman periode ulang 2 tahun dengan durasi 5 menit. Untuk nilai a , t^n , diambil dari tabel 4.21.

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

$$= \frac{299,916}{50,555} = 122,764 \text{ mm/menit}$$

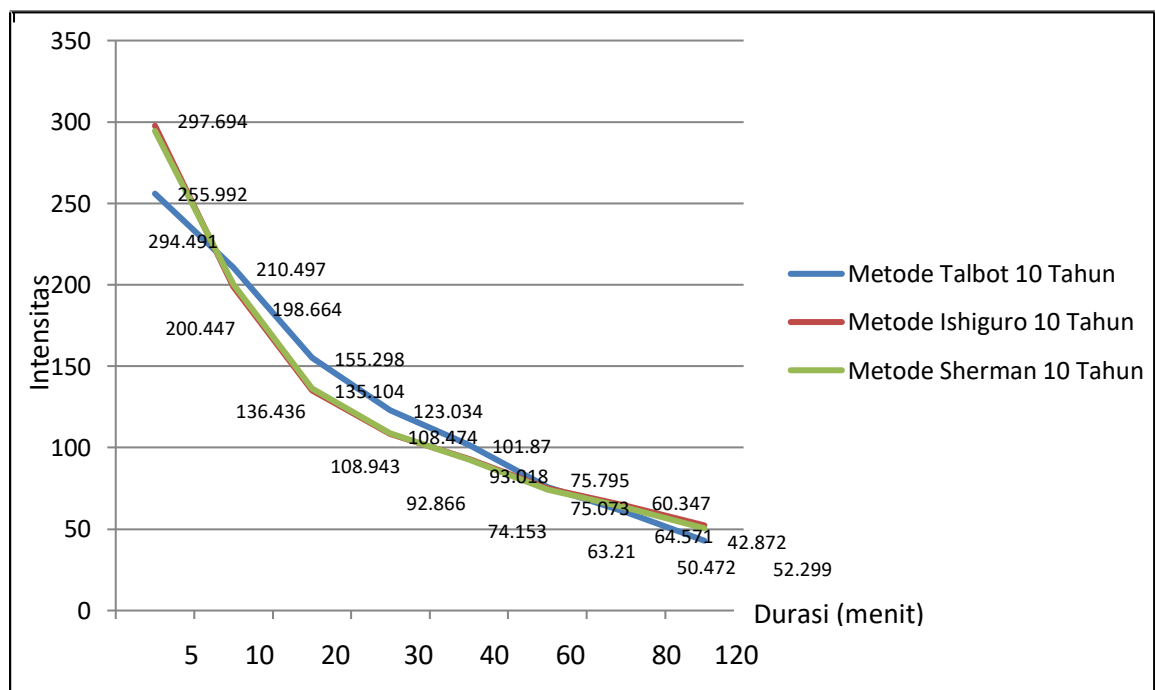
Untuk intensitas durasi selanjutnya bisa dilihat pada tabel 4.24.

Tabel 4.25. Hasil Perhitungan Intensitas durasi Tiga Metode Periode Ulang 10 Tahun

No	Durasi (menit)	Metode talbot	Metode Ishiguro	Metode Sherman
		10 Tahun		
1	5	255,992	297,694	294,491
2	10	210,497	198,664	200,447
3	20	155,298	135,104	136,436
4	30	123,034	108,474	108,943
5	40	101,870	93,018	92,866
6	60	75,795	75,073	74,153
7	80	60,347	64,571	63,210
8	120	42,872	52,299	50,472

Sumber: Data Olahan Tugas Akhir, 2022

Dari hasil perhitungan Intensitas durasi tiga metode periode ulang 10 tahun dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.1 Grafik Intensitas Durasi Tiga Metode

Sumber: Data Olahan Tugas Akhir, 2022

4.4 Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran

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

Tabel 4.26. Kemiringan Saluran dan Kecepatan Aliran

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

Sumber : Wesli, 2008

Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (S_o) untuk Saluran ketinggian didapat yang tertinggi 1,77 meter dan terendah 1,64 meter, maka :

$$S_o = \text{titik tertinggi} - \text{titik terendah} = 1,77 - 1,64 = 0,13 \text{ meter}$$

Karena beda tinggi tanah <1 meter, maka kecepatan aliran (V) 0,40 m/detik.

Dengan panjang saluran exciting = 300 meter,

$$S_o = \frac{1,77-1,64}{300} = 0,00043$$

4.5 Mencari Koefisien Pengaliran (C)

Hasil *survey* di lokasi penelitian, disimpulkan bahwa *survey* di lokasi, perumahan/permukiman yang ada di kelurahan Kenali Besar khususnya Perumahan Kembar Lestari 1, rata - rata rumah dengan Multi-unit Tergabung. Maka dalam perencanaan drainase ini, untuk besarnya nilai koefisien pengaliran (C) diambil sebesar 0,75. Koefisien pengaliran tersebut didapat dari Tabel 4.27.

Tabel 4.27. Koefisien Pengaliran

Perumahan	Koefisien aliran , (C)
Rumah tunggal	0,30 – 0,50
Multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
Multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
Apartemen	0,50 – 0,70

Sumber : Wesli, 2008

4.6 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 :

$$\begin{aligned}
 T_o &= \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{Ls}{\sqrt{So}} \right)^{0,77} \\
 &= \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{153,31}{\sqrt{0,00043}} \right)^{0,77} = 0,310 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_d &= \frac{Lt}{3600 \times V} \\
 &= \frac{300}{3600 \times 0,40} = 0,208 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_c &= T_o + T_d \\
 &= 0,310 + 0,208 = 0,518 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$C_s = \frac{2T_c}{2T_c + T_d} = \frac{2(0,518)}{2(0,518) + 0,208} = 0,833$$

4.7 Tangkapan Air Hujan

Mencari luas *Catchment Area* (Tangkapan air hujan) pada daerah yang ditinjau sebagai berikut :

$$- Q_e = 8,053 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$- C = 0,75$$

$$- I = 75,795 \text{ mm/jam}$$

Dengan menggunakan rumus debit rencana dan difokuskan perhitungan pada debit Q_e , C , I .

$$Q_e = 0,278.C.I.A$$

$$8,053 \text{ m}^3/\text{detik} = 0,75 \times 75,795 \text{ mm/jam} \times A$$

$$8,053 \text{ m}^3/\text{detik} = 56,846 \text{ mm/jam} \times A$$

$$A \times 56,846 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} = 8,053 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}}$$

$$A = \frac{8,053}{56,846} \times \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \times \frac{\text{jam}}{\text{mm}}$$

$$A = 0,142 \times \frac{\text{m}^3}{\text{det}} \times \frac{3600 \text{ det}}{0,001 \text{ m}}$$

$$A = 0,142 \times 1 \text{ m}^2 \times 3600000$$

$$A = 509986,147 \text{ m}^2$$

$$A = 0,510 \text{ km}^2$$

Maka hasil perhitungan didapat luas Catchmen Area sebesar **0,510 km²**.

4.8 Perhitungan Debit Rencana

Perhitungan debit rencana menggunakan Metode Rasional, Berikut langkah - langkah mencari debit rencana :

$$Q_T = 0,278.C.C_s.I.A$$

$$Q_T = 0,278 \times 0,75 \times 0,833 \times 75,795 \times 0,51 = \mathbf{9,399 \text{ m}^3/\text{detik}}$$

Dimana :

Q_T = Debit rencana (m^3/detik)

C = Koefisien pengaliran

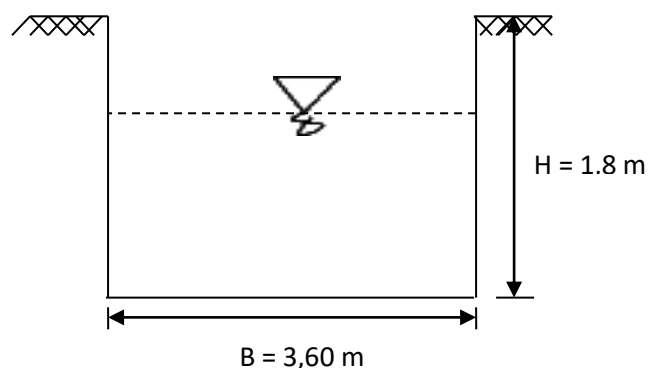
C_s = Koefisien tampungan

I = Intensitas curah hujan (mm/menit)

A = Luas *catchment area* (km^2)

4.9 Analisa Kapasitas Saluran

Untuk mengetahui saluran aman maka diperlukan analisa kapasitas saluran sebagai berikut :



Gambar 4.2 Penampang Persegi Saluran
Sumber : Perhitungan, 2022

a). Luas Penampang (A) = b x h

$$= 3,6 \times 1,8 = 6,480 \text{ m}^2$$

b). Keliling Basah (P) = b + 2h

$$= 3,6 + 2(1,8) = 7,2 \text{ m}$$

c). Jari-jari Hidrolis (R) = $\frac{A}{P} = \frac{6,480}{7,2} = 0,900 \text{ m}$

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

$$= \frac{1,77 - 1,64}{300} = 0,0004 \text{ m}$$

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

$$= \frac{1}{0,015} \times 0,900^{2/3} \times 0,0004^{1/2} = 1,242 \text{ m/detik}$$

f). Debit Saluran (Qsaluran) = A x V ≤ Qr

$$= 6,480 \times 1,242 \text{ m}^3/\text{detik} \leq 9,399 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= \mathbf{8,053 \text{ m}^3/\text{detik}} \leq \mathbf{9,399 \text{ m}^3/\text{detik}}$$

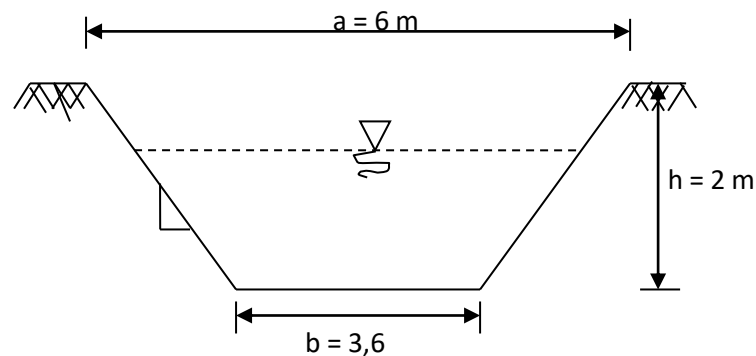
Dari hasil perhitungan *check* debit kontrol didapat Debit Saluran (Qs) = 8,053 m³/detik lebih kecil dari Debit Rencana (Qr) = 9,399 m³/detik maka saluran tidak aman sehingga diperlukan perencanaan ulang.

4.10 Perhitungan Rencana Dimensi Saluran

Karena saluran tidak aman maka diperlukan perencanaan ulang, berikut adalah perhitungan rencana dimensi saluran.

4.10.1 Penampang Trapesium

Setelah melakukan beberapa percobaan dimensi saluran trapesium maka direncanakan ulanglah dengan dimensi saluran penampang sebagai berikut.



Gambar 4.3 Penampang Trapesium Rencana
Sumber : Perhitungan, 2022

- a). Luas Penampang (A) = $(b + m \cdot h) \cdot h$
 $= (3,6 + 1 \times 2) \times 2 = 11,20 \text{ m}^2$
- b). Keliling Basah (P) = $b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{m^2 + 1}$
 $= 3,6 + 2 \times 2 \sqrt{1^2 + 1} = 9,257 \text{ m}$
- c). Jari-jari Hidrolis (R) = $\frac{A}{P} = \frac{11,20}{9,257} = 1,210 \text{ m}$
- d). Kemiringan (So) = $\frac{\text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah}}{\text{jarak}}$
 $= \frac{1,77 - 1,64}{300} = 0,0004 \text{ m}$
- e). Kecepatan Aliran (v) = $\frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$

$$= \frac{1}{0,015} \times 1,210^{2/3} \times 0,0004^{1/2} = 1,514 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} \text{f). Debit Saluran (Qsaluran)} &= A \times V && \leq Q_T \\ &= 11,20 \times 1,514 \text{ m}^3/\text{detik} && \leq 9,399 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= \mathbf{16,957 \text{ m}^3/\text{detik}} && \geq \mathbf{9,399 \text{ m}^3/\text{detik}} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan *check* debit kontrol didapat Debit Saluran (Qs) = 16,957 m³/detik lebih besar dari Debit Rencana (Q_T) = 9,399 m³/detik, maka aman dapat digunakan.

4.10.2 Analisa Kapasitas Penampang Drainase menggunakan HEC-RAS

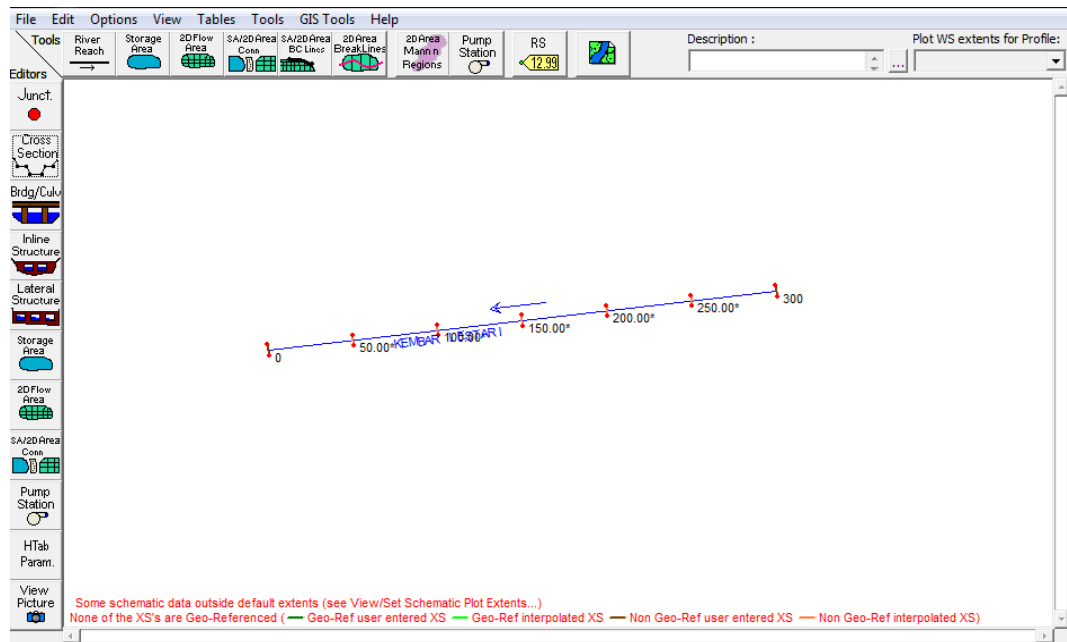
1. Pembuatan file project

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

2. Geometri Saluran

a. Alur saluran

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



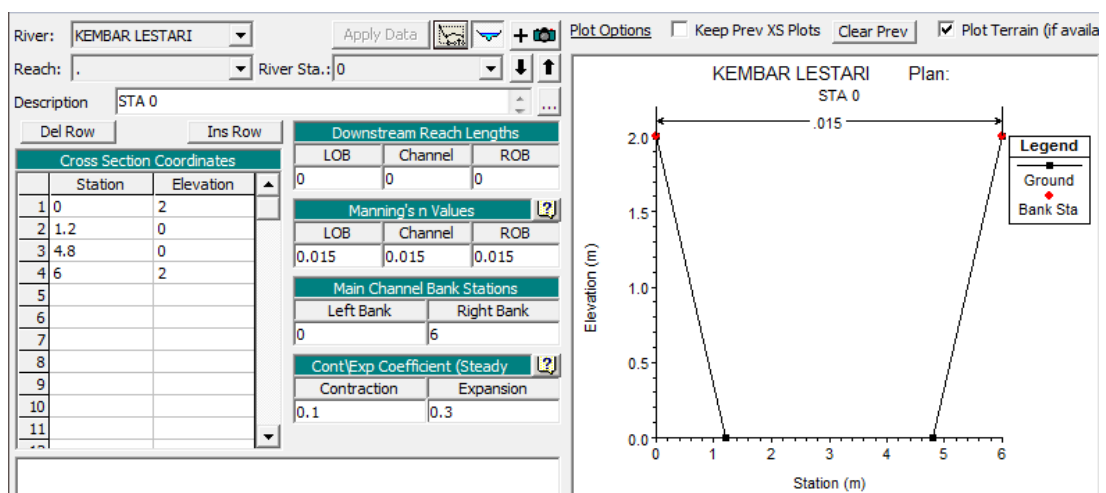
Gambar 4.4 Skema saluran sungai

Sumber : Data Olahan, 2022

b. Tampang lintang

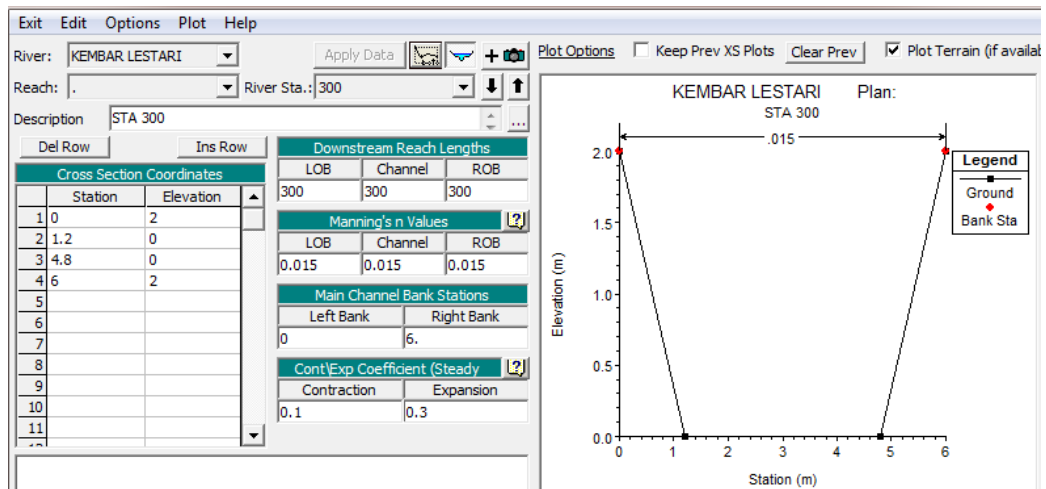
Selanjutnya adalah penulisan data tampang lintang. Dengan cara klik *Cross Section*, kemudian klik *Option* → *Add a new cross section* tulis nilai STA 0 lalu klik OK. Kemudian masukan nilai yang tertera seperti pada gambar.

masukan data tampang lintang untuk STA 0+00 dan STA 0+300.



Gambar 4.5 Layar editor tampang lintang setelah diberi nilai untuk STA 0+000

Sumber : Data Olahan, 2022



Gambar 4.6 Layar editor tampilan lintang setelah diberi nilai untuk STA 0+300
Sumber : Data Olahan, 2022

3. Simulasi Aliran Steady Flow

a. Input nilai debit

Untuk menginput nilai debit aliran *steady flow* . klik menu *bar edit* lalu klik sub menu *steady flow* data menginput nilai debit rencana yang sudah dihitung sebesar 9,399 m³/detik

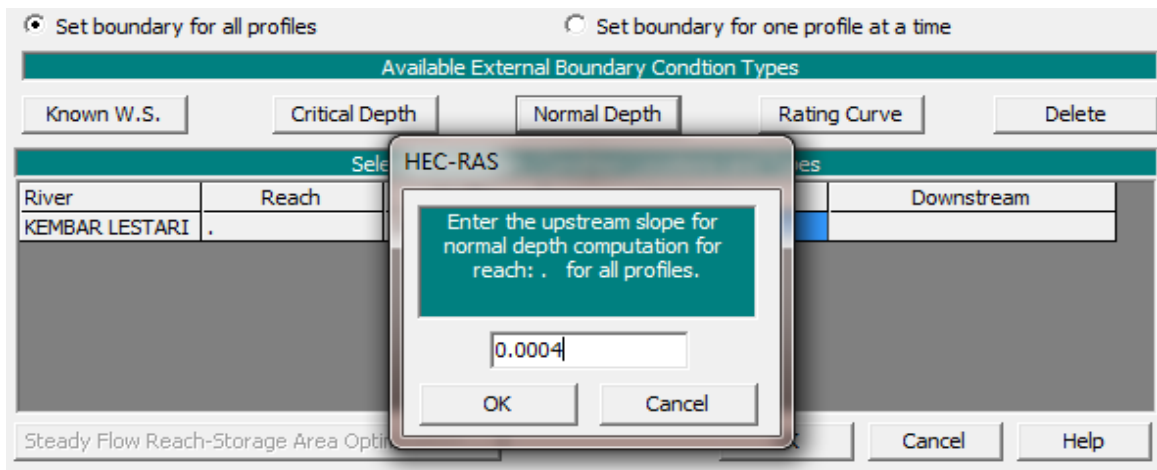
Flow Change Location		Profile Names and Flow Rates	
River	Reach	RS	PF 1
1 KEMBAR LESTARI	.	300	9,399

Select river for adding a new flow change location.

Gambar 4.7 Penginputan nilai debit
Sumber : Data Olahan, 2022

b. Input nilai kemiringan

Menginput nilai kemiringan yang sudah dihitung pada kolom *Downstream* yaitu 0,0004, klik *Reach Boundary Conditions* kemudian pilih *Normal Depth* lalu klik *Apply Data*.

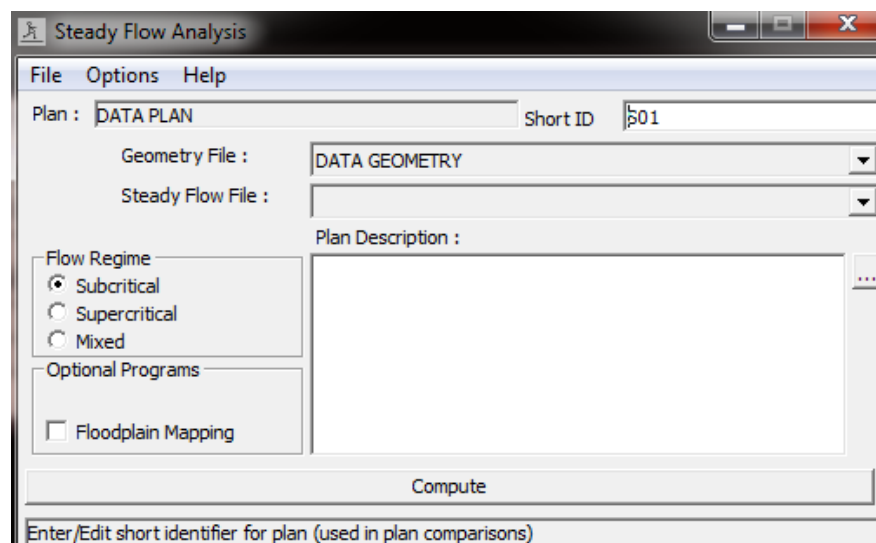


Gambar 4.8 Penginputan nilai kemiringan

Sumber : Data Olahan, 2022

c. Run Analisis Steady Flow

Setelah data tersimpan selanjutnya di analisis oleh program dengan cara klik menu *Run* → *SteadyFlow Analisis* → *compute*.



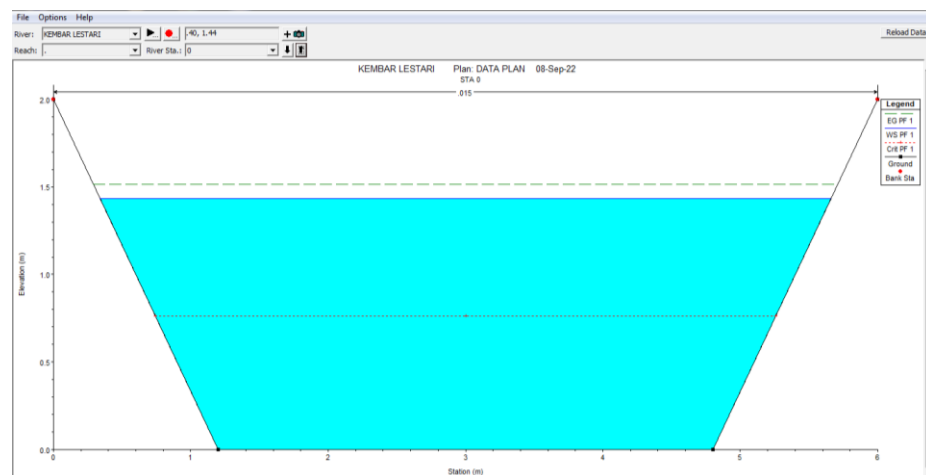
Gambar 4.9 Hitungan Aliran Permanen

Sumber : Data Olahan, 2022

4. Presentasi Hasil Hitungan di Sebuah Tampang Lintang

Pilih menu *View* → *Cross Section*

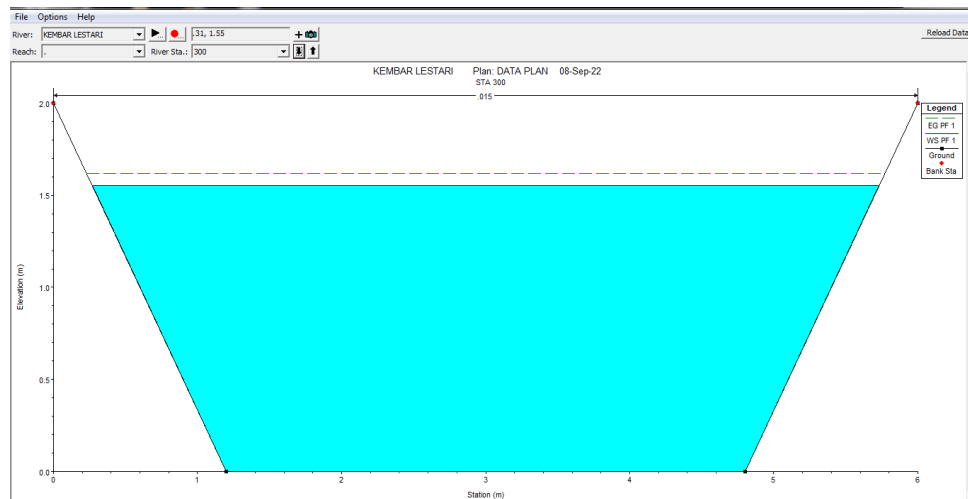
a. Presentasi Hasil Hitungan untuk STA 0+000



Gambar 4.10 Tampilan *Cross Section* STA 0+000

Sumber : Data Olahan, 2022

b. Presentasi Hasil Hitungan untuk STA 0+300

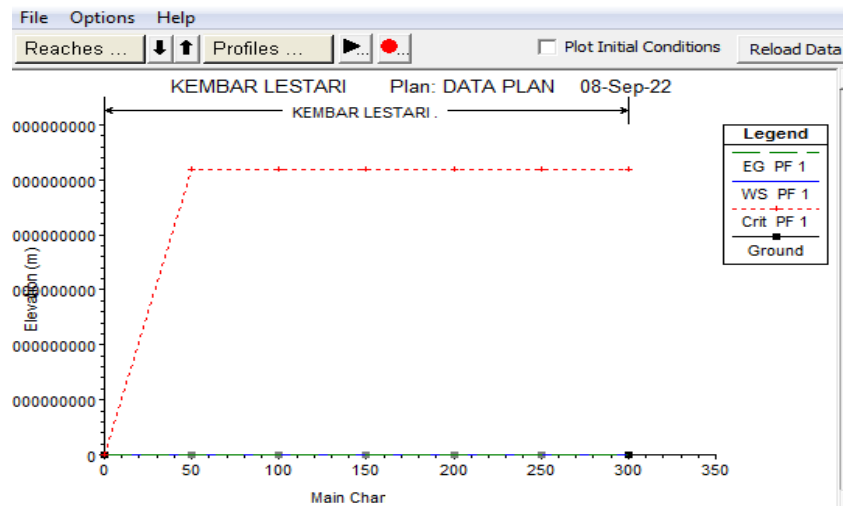


Gambar 4.11 Tampilan *Cross Section* STA 0+300

Sumber : Data Olahan, 2022

5. Presentasi Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Sungai

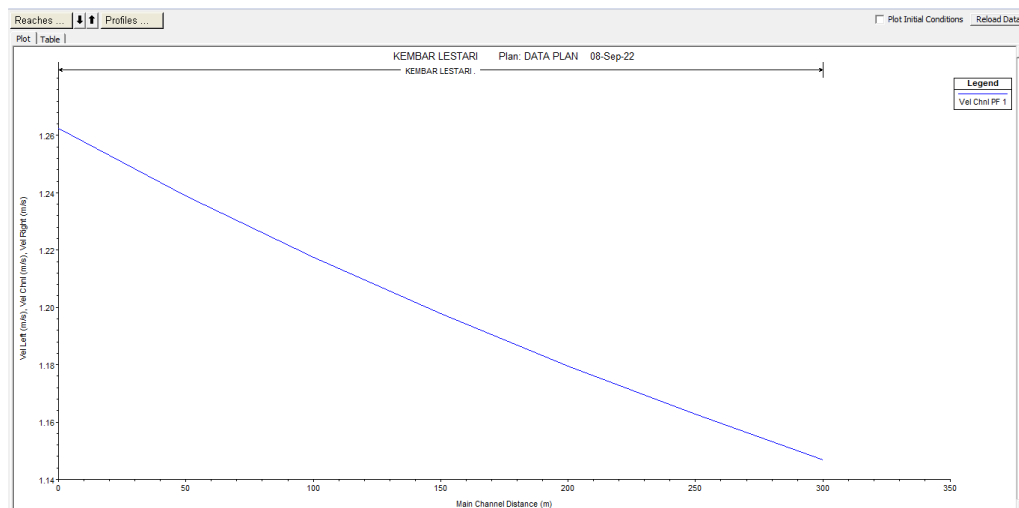
Pilih menu *View* → *Water Surface Profiles*



Gambar 4.12 Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Sungai
Sumber : Data Olahan, 2022

6. Presentasi Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur

Klik *View* → *General Profile Plot*



Gambar 4.13 Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur
Sumber : Data Olahan, 2022

Dari Output Program HEC-RAS kondisi eksisting Sungai Kenali Besar dengan debit kala ulang 10 tahun mampu menampung debit yang ada, sehingga tidak perlu mendesain ulang saluran lagi.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari tinjauan pada bab sebelumnya didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Setelah menganalisis ulang kondisi saluran drainase yang ada pada Perumahan Kembar Lestari dari data curah hujan selama 10 tahun (2011-2020) didapat Intensitas Hujan dengan durasi selama 60 menit/1 jam didapat sebesar 75,795 mm/jam, dan Debit banjir rencana 9,399 m³/detik.
- 2) Kondisi eksisting saluran drainase yang ada pada Perumahan Kembar Lestari 1 yang telah dianalisis dengan debit kala ulang 10 tahun tidak mampu menampung debit yang direncanakan sehingga perlu mendesain ulang saluran.
- 3) Direncanakan redesain saluran dan didapat hasil redesain dimensi saluran sebagai berikut :

Penampang Trapesium

$B = 3,6 \text{ m}$, $H = 2 \text{ m}$, $Q = 16,957 \text{ m}^3/\text{detik}$

Hasil analisis penampang menggunakan program HEC-RAS adalah pada penampang saluran redesain debit eksisting lebih besar dari pada debit banjir sehingga mampu menampung debit yang ada.

5.2 Saran

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

- 1). Perlu adanya pemeliharaan terhadap saluran drainase tersebut agar nantinya saluran dapat bekerja secara maksimal dan tidak menimbulkan masalah banjir kedepannya.
- 2). Selain mendesain ulang saluran dan mengeruk saluran drainase, juga perlunya pembuatan dan sosialisasi kepada masyarakat untuk Peraturan Daerah Kota Jambi tentang drainase perkotaan.
- 3). Himbauan bagi masyarakat untuk tidak membuang sampah ke badan air dan saluran yang berfungsi sebagai sistem drainase kota untuk menciptakan drainase masyarakat yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Balai Wilayah Sungai Sumatera VI, 2021. *Data Curah Hujan 10 Tahun 2011-2020*, Jambi : Penerbit BWSS VI.

Bambang Triatmodjo, 2008. *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta : Penerbit Beta Offset.

Chow Ven Te, 1992. *Hidrolika pada Saluran Terbuka*, Jakarta : Penerbit Erlangga

Hardjosuprpto, Masduki, 1998. *Drainase Perkotaan Volume 1*, Bandung : Penerbit Institut Teknologi Bandung.

Hasmar, Halim, 2011. *Drainase Terapan*, Yogyakarta: Penerbit Universitas Islam Indonesia Press.

Kodoatie, Robert J, 2005. *Pengantar Manajemen Infrastruktur*, Yogyakarta : Penerbit Pustaka Pelajar.

Kodoatie, Robert J dan Sugianto, 2002. *Banjir, Beberapa Penyebab dan metode pengendaliannya dalam perspektif lingkungan*, Yogyakarta : Penerbit Pustaka Pelajar.

Ristya, Wika, 2012. *Kerentanan Wilayah Terhadap Banjir Di Sebagian Cekungan Bandung*, Depok: Penerbit Universitas Indonesia.

Soemarto, CD, 1987. *Hidrologi Teknik*, Surabaya: Penerbit Universitas Airlangga.

Soewarno, 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Bandung : Penerbit Nova.

Sri Harto, BR, 1993. *Analisis Hidrologi*, Jakarta : Penerbit Gramedia Pustaka Utama.

Suripin, 2003. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta : Penerbit Andi.

Suripin, 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah & Air*, Yogyakarta: Penerbit Andi.

Wesli, 2008. *Drainase Perkotaan, Edisi Pertama*, Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.

