

TUGAS AKHIR
KAJIAN PENGARUH PELEBARAN SUNGAI TERHADAP
DEBIT ALIRAN



Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Kurikulum
Program (S.1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Batanghari Jambi

Disusun Oleh :

RYAN PRAYOGI
1600822201080

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI
2022

HALAMAN PERSETUJUAN
KAJIAN PENGARUH PELEBARAN SUNGAI TERHADAP
DEBIT ALIRAN



Disusun Oleh :

RYAN PRAYOGI

NPM. 1600822201080

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul dan Penyusunan dengan sebagaimana tersebut diatas telah disetujui sesuai dengan prosedur, ketentuan, kelaziman yang berlaku dan dapat diajukan dalam ujian komperensif Program Strata Satu (S1) Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari

Jambi,

2022

Pembimbing I

(Ir. H. AZWARMAN, MT)

Pembimbing II

(SUSIANA, ST, MT)

HALAMAN PENGESAHAN
KAJIAN PENGARUH PELEBARAN SUNGAI TERHADAP DEBIT
ALIRAN

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 : Ryan Prayogi

Npm : 1600822201080

Hari/Tanggal : Sabtu / 20 Agustus 2022

Jam : 10.00 WIB

Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi


PANITIA PENGUJI

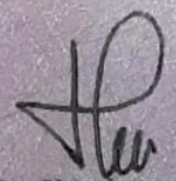
Jabatan	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Elvira Handayani, ST, MT	
Sekretaris	: Susiana, ST, MT	
Penguji I	: Ir.H.Azwarman, MT	
Penguji II	: Annisa Dwiretnani, ST, MT	
Penguji III	: Ria Zulfiati, ST, MT	

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr.Ir.H.Fakhrul Rozi Yamali, M.E


Elvira Handayani, S.T,

MOTO

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

(Ali bin Abi Thalib)

“Ubahlah hidupmu dari hari ini. Jangan pernah bertaruh pada masa depan, kamu harus bertindak sekarang tanpa menunda-nunda.”

(Simone de Beauvoir)

“Menuntut ilmu adalah takwa. Menyampaikan ilmu adalah ibadah. Mengulang-ulang ilmu adalah zikir. Mencari ilmu adalah jihad.”

(Abu Hamid Al Ghazali)

“Keberanian adalah pengertian dalam menghadapi ketakutan dan keyakinan.”

(Aristoteles)

ABSTRAK

KAJIAN PENGARUH PELEBARAN SUNGAI TERHADAP DEBIT ALIRAN

Banjir merupakan salah satu permasalahan yang banyak terjadi di Indonesia. Di Kota Jambi pada setiap musim hujan sering mengalami banjir khususnya di kota jambi atau kawasan Komplek.Perum Garuda III Jaya, Kelurahan Bagan Pete Kota Jambi. Dengan demikian Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar intensitas curah hujan pada Sungai Kenali Besar dan Berapa besar debit banjir sungai yang telah di lakukan pelebaran di Komplek.Perum Garuda III Jaya Kelurahan Bagan Bete Kota Jambi dengan waktu 10 tahun dan Supaya nantinya saluran Sungai Kenali Besar dapat berfungsi maksimal untuk mengurangi banjir yang terjadi di kawasan Komplek.Perum Garuda III Jaya Kelurahan Bagan Pete 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 Sungai Kenali Besar Komplek.Perum Garuda III Jaya Kelurahan Bagan Pete. Hasil hitungan hujan rencana dengan kala ulang 10 tahun yaitu $246,469 \text{ mm/jam}$, sedangkan debit rencana dengan metode Rasional didapat nilai debit puncak sebesar $30,833 \text{ m}^3/\text{detik}$ langkah dilanjutkan menggunakan software HEC-RAS 5.0.7 untuk mengetahui kapasitas tampung saluran drainase dengan menggunakan debit rencana. Setelah dianalisis menggunakan software.

Kata kunci : *Pelebaran Sungai, HEC-RAS, Debit, Elevasi, Curah Hujan*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Kajian Pengaruh Pelebaran Sungai Terhadap Debit Aliran”**. Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi

Penulisan Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menempuh jenjang strata satu pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi juga sebagai media tertulis mengenai hasil pengamatan kegiatan – kegiatan yang berlangsung di lapangan.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini tentunya penulis tidak sedikit menghadapi rintangan dari awal hingga akhir. Berkat bimbingan, bantuan, dukungan dan kerja sama dari berbagai pihak maka segala rintangan tersebut dapat penulis atasi. Untuk itu pada kesempatan ini tak lupa penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME selaku 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 Dosen Pembimbing I dan Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi

4. Bapak Ir. H. Myson, MT selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
5. Ibu Elvira Handayani, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
6. Ibu Susiana, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II
7. Bapak/Ibu Dosen, Tenaga Pengajar serta Staf pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini.

Semoga amal baik dan segala bantuan yang diberikan kepada penulis mendapatkan balasan yang berlimbah dari Allah SWT. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Jambi,

2022

Ryan Prayogi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTO	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematis Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Sungai	7
2.1.1 Daerah Aliran Sungai	7
2.1.2 Debit Banjir Rencana.....	7
2.1.3 Normalisasi Sungai.....	7

2.2 Analisis Curah Hujan.....	8
2.2.1 Metode Rata-rata Aljabar	9
2.2.2 Metode Poligon Thiessen	9
2.2.3 Metode Isohyet	11
2.3 Analisis Frekuensi dan Probabilitas.....	12
2.3.1 Metode Distribusi Normal	13
2.3.2 Metode Distribusi Log Normal.....	16
2.3.3 Metode Distribusi Log-Pearson Type III.....	16
2.3.4 Metode Gumbel	17
2.4 Uji Keselarasan Distribusi	20
2.4.1 Uji Chi-kuadrat	20
2.5 Koefisien Limpasan	22
2.6 Waktu Konsentrasi (tc)	23
2.7 Intensitas Curah Hujan.....	24
2.8 Periode Ulang Hujan.....	24
2.9 Perhitungan Debit Banjir Rencana	25
2.10 Persamaan Manning.....	26
2.11 Pemodelan HEC-RAS.....	27
2.12 Kerangka Berpikir.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	30
3.1 Umum	30
3.1.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	30
3.1.2 Denah Lokasi Penelitian	31
3.2 Metode Penelitian	31
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	32

3.3.1 Data Primer	32
3.3.2 Data sekunder	32
3.3.3 Pengumpulan Data.....	33
3.3.4 Metode Pengumpulan Data.....	33
3.4 Diagram Alur (<i>flowchart</i>) Penelitian	35
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Deskripsi Data.....	36
4.2 Analisa Curah Hujan.....	36
4.2.1 Curah Hujan Bulanan Maksimum	36
4.2.2 Curah Hujan Tahunan Daerah	38
4.3 Analisis Distribusi Curah Hujan	40
4.3.1 Penentuan Jenis Distribusi.....	41
4.3.2 Uji Chi-Kuadrat	54
4.4 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)	55
4.5 Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran	84
4.6 Mencari Koefisien Pengaliran (C)	84
4.6.1 Perhitungan waktu Konsentrasi	85
4.7 Tangkapan Air Hujan.....	86
4.8 Perhitungan Debit Rencana	87
4.8.1 Nilai Koefisien Manning	87
4.9 Analisa Kapasitas Penampang Sungai	88
4.9.1 Penampang Trapesium.....	88
4.10 Kapasitas Penampang Sungai menggunakan HEC-RAS.....	90
4.10.1 Pembuatan file project.....	90
4.10.2 Geometri Saluran.....	90

4.10.3 Simulasi Aliran Steady Flow.....	91
4.10.4 Hitungan di Sebuah Tampang Lintang.....	93
4.10.5 Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Sungai	94
4.10.6 Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur.....	95
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	96
5.1 Kesimpulan	96
5.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Metode Poligon Thiessen	11
Gambar 2.2 Metode Isohyet	12
Gambar 2.3 Kurva Distribusi Distribusi Normal	15
Gambar 3.1 Peta Lokasi Kelurahan Kenali Besar, Kecamatan Alam Barajo, Kota Jambi	30
Gambar 3.2 Denah lokasi penelitian	31
Gambar 3.3 Gambar <i>Flowchat</i> Tugas Penelitian	35
Gambar 4. 1 Grafik Distribusi Normal	43
Gambar 4. 2 Grafik Distribusi Log Normal	46
Gambar 4. 3 Grafik Distribusi Log Pearson III.....	48
Gambar 4. 4 Grafik Distribusi Gumbel.....	51
Gambar 4. 5 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maks (4 metode)	52
Gambar 4. 6 Grafik Intensitas Durasi Metode Talbot.....	71
Gambar 4. 7 Grafik Intensitas Durasi Metode Ishiguro.....	73
Gambar 4. 8 Grafik Intensitas Durasi Metode Sherman	75
Gambar 4. 9 Grafik Intensitas Durasi Tiga Metode.....	83
Gambar 4. 10 Penampang Trapesium	88
Gambar 4. 11 Skema saluran sungai	90

Gambar 4. 12 Layar editor tampang lintang setelah	91
Gambar 4. 13 Layar editor tampang lintang setelah	91
Gambar 4. 14 Penginputan nilai debit.....	92
Gambar 4. 15 Penginputan nilai kemiringan.....	92
Gambar 4. 16 Hitungan Aliran Permanen.....	93
Gambar 4. 17 Tampilan Cross Section STA 0+000.....	93
Gambar 4. 18 Tampilan Cross Section STA 0+800.....	94
Gambar 4. 19 Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Sungai.....	94
Gambar 4. 20 Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur	95

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi Gauss	16
Tabel 2.2 <i>Reduced Mean</i> , Y_{nr} Sebagai Fungsi Periode Ulang	19
Tabel 2.3 <i>Reduced Variate</i> , Y_{Tr} Sebagai Fungsi Periode Ulang	20
Tabel 2.4 <i>Reduced Standard Deviation</i> , S_n Sebagai Periode Ulang.....	20
Tabel 2.5 Uji Distribusi.....	21
Tabel 2.6 Koefisien Limpasan	24
Tabel 2.7 Periode Ulang Yang Disyaratkan.....	26
Tabel 2.8 Koefisien <i>Manning</i>	28
Tabel 4. 1 Tabel Data Curah Hujan Kota Jambi	37
Tabel 4. 2 Curah Hujan Rata-Rata	38
Tabel 4. 3 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (2012-2021)	39
Tabel 4. 4 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan (Januari-Desember)	40
Tabel 4. 5 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal	41
Tabel 4. 6 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Normal.....	42
Tabel 4. 7 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal.....	44
Tabel 4. 8 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal	45
Tabel 4. 9 Analisa Curah Hujan Distribusi Log-Person III	46
Tabel 4. 10 Nilai K hasil distribusi Log Pearson III	47
Tabel 4. 11 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log-Person III	48
Tabel 4. 12 Perhitungan Variable Disperse Distribusi Gumbel.....	49
Tabel 4. 13 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel.....	50

Tabel 4. 14 Hasil Analisis Frekuensi	51
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum	52
Tabel 4. 16 Perbandingan Hasil Dispersi	53
Tabel 4. 17 Hasil Uji Distribusi	53
Tabel 4. 18 Uji Chi-Kuadrat.....	54
Tabel 4. 19 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2 Tahun	56
Tabel 4. 20 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 5 Tahun	58
Tabel 4. 21 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 10 Tahun	60
Tabel 4. 22 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 25 Tahun	62
Tabel 4. 23 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 50 Tahun	64
Tabel 4. 24 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 100 Tahun	66
Tabel 4. 25 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang Tiga Metode	68
Tabel 4. 26 Perhitungan Intensitas Durasi Metode <i>Talbot</i>	70
Tabel 4. 27 Perhitungan Intensitas Durasi Metode <i>Ishiguro</i>	72
Tabel 4. 28 Perhitungan Intensitas Durasi Metode <i>Sherman</i>	74
Tabel 4. 29 Rumus <i>Talbot</i> , <i>Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 2 Tahun	76
Tabel 4. 30 Rumus <i>Talbot</i> , <i>Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 5 Tahun	77
Tabel 4. 31 Rumus <i>Talbot</i> , <i>Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 10 Tahun	78
Tabel 4. 32 Rumus <i>Talbot</i> , <i>Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 25 Tahun	79
Tabel 4. 33 Rumus <i>Talbot</i> , <i>Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 50 Tahun	80
Tabel 4. 34 Rumus <i>Talbot</i> , <i>Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> Periode Ulang 100 Tahun	81
Tabel 4. 35 Rumus <i>Talbot</i> , <i>Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i>	82
Tabel 4. 36 Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Durasi Tiga Metode.....	82

Tabel 4. 37 Kemiringan Saluran dan Kecepatan Aliran	84
Tabel 4. 38 Koefisien Pengaliran (C).....	85
Tabel 4. 39 Koefisien <i>Manning</i>	88

DAFTAR NOTASI

P	= Curah hujan tercatat (mm)
A_n	= Luas daerah pengaruh setiap stasiun(km^2)
E_i	= Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i
K_T	= Faktor frekuensi
O_i	= Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i
Q_p	= Debit puncak banjir (m ³ /detik)
R_{24}	= Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
R_e	= Curah hujan efektif (1 mm)
R_o	= Hujan satuan (mm)
S_n	= <i>Reduced standard</i> deviasi sebagai fungsi dari banyaknya
S_o	= Kemiringan Dasar Saluran
$T_{0,3}$	= Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit
T_P	= Tenggang waktu (time log) dari permulaan hujan sampai
T_r	= Satuan waktu dari curah hujan (jam)
\bar{X}	= Harga rata-rata dari data curah hujan
X_T	= Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode
\bar{Y}	= Nilai rata-rata hitung variat
Y_T	= Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode
Y_T	= <i>Reduced variate</i> sebagai fungsi dari banyak periode
Y_n	= <i>Reduced mean</i> sebagai fungsi dari banyak n data
$\sum A_i$	= Penjumlahan semua luasan dengan nilai C yang berbeda.

A	= Luas DAS (km^2)
A_i	= Luasan dengan nilai C yang berbeda
C_i	= Koefisien limpasan untuk daerah dengan luasan A_i
G	= Jumlah sub kelompok
h	= Parameter chi-kuadrat terhitung
I	= Intensitas curah hujan (mm/jam)
L	= Panjang sungai utama (km)
n	= Jumlah stasiun pengukuran
$P(X)$	= Fungsi densitas peluang normal (ordinat kurva normal)
P_1, \dots, P_n	= Curah hujan di stasiun pengukuran (mm) puncak banjir (jam). puncak sampai menjadi 30 % dari debit puncak (jam)
Q	= Debit saluran ($m^3/detik$)
Q_r	= Debit rencana ($m^3/detik$)
R	= Jari-jari hidrolis saluran (m)
t	= Waktu (durasi) curah hujan (menit)
t_g	= Waktu konsentrasi (jam)
V	= Kecepatan aliran (m/detik)
X	= Variabel acak kontinu
α	= Koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2.
μ	= Rata-rata nilai X
σ	= Simpangan baku nilai X

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Data Curah Hujan
- Lampiran 2 : Data Kependuduk Provinsi Jambi
- Lampiran 3 : Foto Suvey Pendahuluan
- Lampiran 4 : Foto Dokumentasi
- Lampiran 5 : Gambar Penampang Sungai
- Lampiran 6 : Gambar *Conture*
- Lampiran 7 : Lembar Asistensi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Jambi merupakan salah satu kota yang memiliki jumlah penduduk yang paling banyak di Provinsi Jambi, Berdasarkan Badan Pusat Statistik tahun 2020 jumlah penduduk keseluruhan Kota Jambi memiliki angka 611.353 jiwa yang tinggi dan menyebabkan pertumbuhan infrastruktur yang pesat karena kebutuhan fisik (lahan) untuk penduduk beraktifitas Akibatnya pada waktu musim penghujan air akan mengisi ruang-ruang penduduk berupa banjir dan kapasitas daya tampung sungai yang kecil.

Berdasarkan sumber Jambi Dalam Angka Tahun 2014 Kondisi wilayah Kota Jambi dengan topografi yang relatif datar dengan ketinggian 0-60 m di atas permukaan laut mengakibatkan limpasan air hujan tidak bisa mengalir atau sekalipun mengalir dengan kecepatan aliran rendah. Hal ini ditambah dengan kondisi curah hujan per tahun yang cukup tinggi (>200 mm), serta mengakibatkan kondisi saluran drainase (Primer, sekunder, maupun tersier) melebihi kapasitas tampungan. Akibatnya, beban air hujan harus ditampung dalam sistem drainase yang kecil, *run-off* menjadi tinggi dan berdampak terhadap peningkatan debit banjir di wilayah hilirnya.

Berdasarkan data hidrologi Kota Jambi memiliki 6 sungai primer yakni Sungai Kenali Kecil, Sungai Kenali Besar, Sungai Kambang, Sungai Tembuku, Sungai Lubuk Raman, dan Sungai Teluk.

Banjir merupakan permasalahan umum terjadi disebagian wilayah Indonesia terutama Kota Jambi memiliki catatan akan rawan banjirnya yang cukup parah. Bencana banjir hingga saat ini terus mengancam Kota Jambi. Dikarenakan sistem drainase dan sungai yang kurang efektif selain itu juga dengan intensitas curah hujan yang tinggi, maka akan terjadi banjir. Semakin berkurangnya lahan penghijauan yang merupakan daerah resapan air pun menjadi salah satu faktor penting karena akan mengurangi jumlah air yang dapat diserap oleh lahan penghijauan itu sendiri.

Sungai merupakan salah satu sumber daya air yang mempunyai sejumlah potensi yang dapat dimanfaatkan bagi kesejahteraan manusia, salah satu manfaat sungai sebagai sumber air di antaranya adalah sebagai sumber penghidupan dan kehidupan masyarakat yang tinggal di daerah sungai, Salah satunya Sungai Kenali Besar yang merupakan salah satu sungai yang melintasi kota Jambi. Sungai Kenali Besar ini memiliki panjang sungai kurang lebih 13,79 km, dengan luas DAS nya mencapai 3.623 Ha. Sungai ini kerap menyebabkan banjir pada saat musim penghujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi. Banjir yang terjadi akibat intensitas curah hujan yang tinggi dan di imbangin dengan waktu yang lama dalam kurun waktu 3-5 jam selain itu juga dimensi saluran sungai yang kecil sehingga membuat air sungai meluap. Luapan air sungai tersebut membuat kawasan di Kelurahan Bagan Pete terendam banjir. Penyebab lain banjir di sungai Kenali Besar adalah karena daerah tersebut terletak pada dataran rendah, pemukiman penduduk yang terletak di bantaran sungai, dan banyaknya sampah di sungai.

Beberapa rencana solusi telah dipertimbangkan dan dilaksanakan untuk mengatasi masalah banjir yang melanda di Jl. Garuda 3, Kel. Bagan Pete, Kec. Kota Baru, Kota Jambi. Salah satunya adalah dengan melebarkan saluran Sungai kenali besar. Kegiatan pelebaran saluran tersebut meliputi perkuatan tebing atau pembuatan turap, dengan lebar 10 meter dan tinggi turap 3 meter.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang yang telah dikemukakan sebelumnya, terdapat beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi sebagai berikut :

1. Berapa besar intensitas curah hujan pada Sungai Kenali Besar ?
2. Berapa besar debit banjir sungai Kenali Besar pengaruh pelebaran ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan kajian ini adalah :

1. Untuk mengetahui berapa besar intensitas curah hujan pada Sungai Kenali Besar.
2. Berapa besar debit banjir sungai yang telah dilakukan pelebaran.
3. Bagaimana hasil analisis penampang sungai menggunakan program HEC-RAS

1.4 Batasan Masalah

Menurut identifikasi masalah di atas agar pokok pembahasan tidak melebar dan menyimpang dari topik utamanya, maka dalam penyusunan tugas akhir ini, lingkup pembahasannya meliputi :

1. Lingkup wilayah penelitian

Wilayah Studi kasus berada di Sungai Kenali Besar yang beralamat di Kelurahan Bagan Pete, Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi dengan adanya permasalahan banjir akibat intensitas curah hujan yang tinggi dan diimbangi dengan waktu yang lama dalam kurun waktu 3-5 jam, selain itu juga dimensi saluran sungai yang kecil dan dengan panjang sungai yang di Analisa sepanjang 134 m.

2. Lingkup materi penelitian

- a. Data curah hujan yang digunakan dari sepuluh tahun terakhir dari mulai tahun 2012 sampai dengan 2021.
- b. Data curah hujan dari stasiun penakar hujan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Sultan Thaha Jambi yang mendekati *catchment area* kelurahan Sungai Kenali Besar.
- c. 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.
- d. Perhitungan debit banjir rencana berdasarkan periode ulang 10 tahun.
- e. Analisa penampang sungai menggunakan program HEC-RAS

1.5 Sistematis Penulisan

Pada sistematika penulisan tugas akhir ini adalah membagi kerangka masalah dalam beberapa bagian, dengan maksud agar masalah yang dibahas menjadi jelas dan mudah untuk diikuti.

Tugas akhir ini terdiri dari lima bab, adapun urutan-urutan penajiannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan tentang gambaran umum mengenai latar belakang mengenai pemilihan judul Tugas Akhir, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan penelitian, serta sistematis penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menyajikan teori secara singkat dengan gambaran umum mengenai sungai, daerah aliran sungai (DAS), debit banjir rencana berdasarkan literature yang digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang tahapan, pengumpulan data, bahan penelitian, lokasi penelitian dan pengelolaan data yang dilakukan.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang Analisis berdasarkan data-data yang diperoleh selama penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan bab terakhir yang membahas tentang kesimpulan dan saran dari hasil Tugas Akhir.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sungai

Sungai merupakan jaringan alur – alur pada permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah, mulai dari bentuk kecil di bagian hulu sampai besar di bagian hilir. Air hujan yang jatuh di atas permukaan bumi dalam perjalanannya sebagian kecil menguap dan sebagian besar mengalir dalam bentuk alur – alur kecil, kemudian menjadi alur – alur sedang seterusnya mengumpul menjadi satu alur besar atau utama. Dengan demikian dapat dikatakan sungai berfungsi menampung curah hujan dan mengalirkannya ke laut. (Loebis:1993)

2.1.1 Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu kesatuan wilayah tata air yang terbentuk secara alamiah, dimana semua air hujan yang jatuh ke daerah ini akan mengalir melalui sungai dan anak sungai yang bersangkutan (Kodoatie:2013).

DAS (Daerah Aliran Sungai) dapat dipandang sebagai suatu unit kesatuan wilayah tempat air hujan mengumpul ke sungai menjadi aliran sungai. Garis batas DAS ialah punggung permukaan bumi yang dapat memisahkan dan membagi air hujan sewaktu menyentuh tanah, ke masing-masing DAS . (Loebis:1993).

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa DAS merupakan suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak

sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami.

2.1.2 Debit Banjir Rencana

Debit air adalah volume air yang melalui penampang basah sungai dalam satuan waktu tertentu yang biasanya dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3 /detik) atau liter per detik (l/detik). (Soewarno:1995)

Debit banjir rencana adalah debit maksimum dari suatu sungai, atau saluran yang besarnya didasarkan kala ulang tertentu.

Dapat disimpulkan bahwa debit banjir rencana merupakan debit air maksimum atau debit banjir yang dipakai pada dasar perencanaan untuk pengendalian banjir, dan dinyatakan dalam periode ulang tertentu.

2.1.3 Normalisasi Sungai

Normalisasi adalah suatu tindakan menjadikan kondisi saluran baik dimensi maupun garis sempadan normal kembali yang dilakukan untuk mengembalikan pada kondisi awal sesuai perencanaan. (Kementrian Pekerjaan Umum:2008)

Normalisasi Sungai adalah upaya rekayasa mengembalikan kapasitas tampung sungai (dikutip dari Dr. Ir. Firdaus Ali, M.Sc pada diskusi CNN pada 3 Januari 2020)

Kegiatan normalisasi sungai meliputi pengerukan alur sungai, pemasangan sheet pile, perkuatan tebing, jalan inspeksi, jembatan orang, dan pintu air (Sumber: Laporan Strategi Penanganan Banjir & Penurunan Muka Tanah Di Jakarta:2010).

Dapat disimpulkan bahwa normalisasi sungai adalah suatu metode yang digunakan untuk menyediakan alur sungai dengan kapasitas mencukupi untuk menyalurkan air, terutama air yang berlebih saat curah hujan tinggi. Tujuan normalisasi sungai antara lain untuk melindungi tebing sungai karena erosi (kikisan), atau untuk mengembalikan bentuk profil sungai seperti semula sesuai dengan rencana awal sebagai upaya penanggulangan banjir.

2.2 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 garis Isohyet (Suripin:2004).

2.2.1 Metode Rata-rata Aljabar

Metode perhitungan rata-rata aljabar (*arithmetic mean*) merupakan metode yang sangat sederhana dalam perhitungan hujan pada suatu wilayah atau daerah. Metode ini cocok untuk kawasan dengan topografi datar, dengan jumlah pos curah hujan yang cukup banyak dan dengan anggapan bahwa curah hujan di daerah tersebut cenderung bersifat seragam (*uniform distribution*). Curah hujan dengan rata – rata aljabar dihitung dengan persamaan (Suripin:2004)

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

Keterangan:

- P = Curah hujan tercatat (mm)
- P₁,...,P_n = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)
- n = Jumlah stasiun pengukuran

2.2.2 Metode Poligon Thiessen

Menurut (Suripin:2004), Metode Poligon Thiessen dikenal juga sebagai metode rata – rata timbang. Metode ini ditentukan dengan cara membuat poligon antar pos hujan pada suatu wilayah DAS kemudian tinggi hujan rata rata dihitung dari jumlah perkalian antara tiap-tiap luas poligon dan tinggi hujannya dibagi dengan luas seluruh DAS. Hasil metode Poligon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata –rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah dengan luas 500 – 5000 km² . Tahapan penerapan metode ini meliputi langkah – langkah sebagai berikut:

- Letak pos penakar hujan ditandai pada peta DAS, kemudian buat garis lurus penghubung antar titik pos penakar.
- Setiap garis penghubung ditarik garis tegak lurus ditengah garis penghubung sehingga membentuk poligon.
- Luas daerah yang hujannya dianggap mewakili oleh salah satu stasiun yang bersangkutan adalah daerah yang dibatasi oleh poligon tersebut

Adapun rumus dari metode ini ialah :

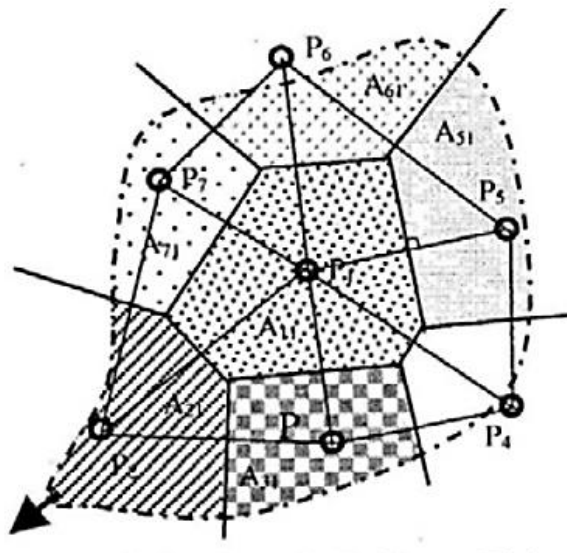
$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

P = Curah hujan tercatat (mm)

A_n = Luas daerah pengaruh setiap stasiun (km^2)

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



Gambar 2.1 Metode Poligon Thiessen

Sumber: Drainase Perkotaan, (Suripin,2004)

2.2.3 Metode Isohyet

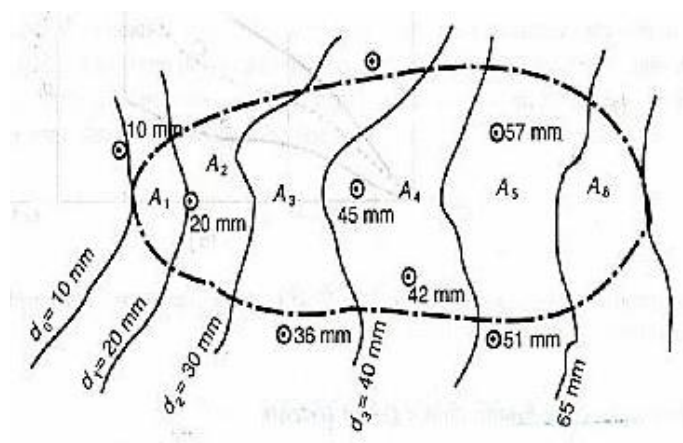
Menurut (Suripin:2004), Metode ini merupakan metode yang paling teliti untuk menghitung hujan rata-rata di suatu daerah, tapi cara ini diperlukan keahlian dan pengalaman yang lebih dibandingkan dengan metode sebelumnya. Cara ini memperhitungkan pengaruh tiap – tiap pos penakar hujan. Isohyet sendiri memiliki pengertian kontur yang menghubungkan titik – titik dengan kedalaman hujan yang sama. Metode ini cocok untuk daerah berbukit dan tidak teratur dengan luas lebih dari 5000 km^2 .

Hitung hujan rata-rata DAS dengan persamaan berikut:

$$p = \frac{\frac{P_0+P_1}{2}A_1 + \frac{P_1+P_2}{2}A_2 + \dots + \frac{P_{n-1}+P_n}{2}A_n}{A_1+A_2+\dots+A_n} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

- P = Curah hujan tercatat (mm)
- A_n = Luas daerah pengaruh tiap-tiap stasiun (km^2)
- P_1, \dots, P_n = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)



Gambar 2.2 Metode Isohyet

Sumber: insinyurpengairan.wordpress.com

Cara Memilih Metode:

a. Jaring-jaring pos penangkar hujan dalam DAS

Jumlah pos penangkar hujan cukup :

Metode Isohyet, Metode Poligon Thiessen, Metode Rata-rata Aljabar

Jumlah pos penangkar hujan terbatas :

Metode Poligon Thiessen dan Metode Rata-rata Aljabar

b. Topografi DAS

Pegunungan : Metode Rata-rata Aljabar

Dataran : Metode Poligon Thiessen

Berbukit dan tidak beraturan : Metode Isohyet

c. Luas DAS

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

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 dengan luas 13,79 km.

2.3 Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Analisis frekuensi memerlukan data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis ini berdasarkan pada

sifat statistik data kejadian di masa lalu untuk memperoleh probabilitas besaranhujan di masa yang akan datang.

Analisis frekuensi data hidrologi bertujuan untuk menentukan nilai daribesaran-besaran peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi probabilitas. Analisis frekuensi menggunakan variabel – variabel acak dan distribusi probabilitas yang merupakan bagian dari metode statistik. (Suripin:2004)

Dalam analisis statisitik terdapat parameter – parameter yang dapatmembantu dalam menentukan jenis sebaran yang tepat. Dan jenis – jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah sebagai berikut:

2.3.1 Metode Distribusi Normal

Distribusi normal merupakan distribusi kumulatif normal atau disebut pula distribusi Gauss. Fungsi densitas peluang normal (PDF = *probability densityfunction*) yang paling dikenal adalah bentuk bell dan dikenal dengandistribusi normal. PDF distribusi normal dapat dituliskan dalam bentukrata-rata dan simpangan bakunya, sebagai berikut: (Suripin:2004)

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) - \infty \leq x \leq \infty \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

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

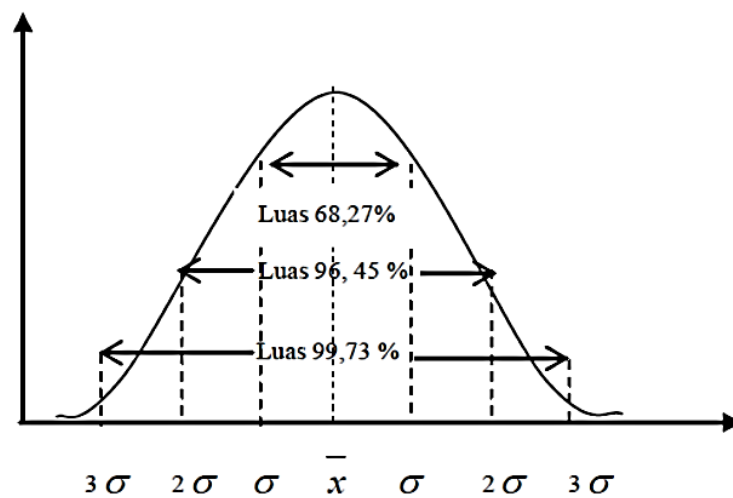
X = Variabel acak kontinu

μ = Rata-rata nilai X

σ = Simpangan baku nilai X

Analisis kurva normal cukup menggunakan parameter statistik μ dan σ . Bentuk kurvanya simetris terhadap $X = \mu$, dan grafiknya selalu diatas sumbu datar X, serta mendekati sumbu datar X dan dimulai dari $X = \mu + 3\sigma$ dan $X = \mu - 3\sigma$. Nilai mean = median = modus. Nilai X mempunyai batas $-\infty < X < +\infty$.

Apabila suatu populasi data hidrologi mempunyai distribusi berbentuk distribusi normal (Gambar), maka



Gambar 2.3 Kurva Distribusi Frekuensi Normal

Sumber: Suripin (2004)

- 1) Kira-kira 68,27%, terletak di daerah satu deviasi standar sekitar nilai rata ratanya, yaitu antara $(\mu - \sigma)$ dan $(\mu + \sigma)$.
- 2) Kira-kira 95,45%, terletak di daerah dua deviasi standar sekitar nilai rata ratanya, yaitu antara $(\mu - 2\sigma)$ dan $(\mu + 2\sigma)$.
- 3) Kira-kira 99,73%, terletak di daerah tiga deviasi standar sekitar nilai rata ratanya, yaitu antara $(\mu - 3\sigma)$ dan $(\mu + 3\sigma)$.

Sedangkan nilai 50%-nya terletak didaerah antara $(\mu - 0,6745\sigma)$ dan $(\mu + 0,6745\sigma)$. Rumus umum yang digunakan untuk distribusi normal adalah (Suripin:2004)

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan:

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

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

S = Standar Deviasi

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang

Nilai faktor frekuensi umumnya sudah tersedia dalam bentuk tabel untuk mempermudah perhitungan, yang umum disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi Gauss (*Variable reduced Gauss*). Nilai variabel reduksi Gauss dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi Gauss

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

Sumber : Suripin, 2004

2.3.2 Metode Distribusi Log Normal

Jika Variable acak $Y = \text{Log } X$ terdistribusikan secara normal, maka x dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Ini dapat dinyatakan sebagai berikut (Suripin:2004)

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

Keterangan:

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

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

K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang

S = Standard Deviasi

2.3.3 Metode Distribusi Log-Pearson Type III

Distribusi ini tidak memiliki konsep yang melatar belakangi pemakaian distribusi Log Normal untuk banjir puncak, maka distribusi probabilitas ini hampir tidak berbasis teori. Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan Person yang menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah Log-Pearson Type III. Tiga parameter penting yang diperlukan oleh distribusi Log-Pearson Type III adalah:

- i. Harga rata-rata
- ii. Simpangan baku
- iii. Koefisien kemencengan (jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal)

Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Pearson Type III (Suripin:2004)

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

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

- c. Hitung harga simpangan baku

$$S = \left(\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\text{log} X_i - \text{log} \bar{x})^2 \right)^{0.5} \dots \dots \dots (2.7)$$

- d. Hitung koefisien kemencengan atau kecondongan

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

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

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

Nilai K untuk Log – Pearson III dapat dilihat pada lampiran 3

2.3.4 Metode Gumbel

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

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

$$X_T = X + S.\bar{X} \dots \dots \dots (2.10)$$

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

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_T = Faktor frekuensi

Y_n = Reduced mean sebagai fungsi dari banyak n data

Y_T = Reduced variate sebagai fungsi dari banyak periode ulang T tahun

S_n = Reduced standard deviasi sebagai fungsi dari banyaknya n data

Nilai Y_n (*Reduced Mean*) dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2 *Reduced Mean, Y_{nr} Sebagai Fungsi Periode Ulang*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,532	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,538	0,5388	0,5396	0,5403	0,541	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,6477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,554	0,5543	0,5543
70	0,5548	0,555	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,56	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,561	0,5611

Sumber : Suripin, 2004

Nilai Y_t (*Reduced Variate*) dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3 *Reduced Variate, Y_{Tr} Sebagai Fungsi Periode Ulang*

Periode Ulang, T_r (Tahun)	Reduced Variate Y_{Tr}	Periode Ulang, T_r (Tahun)	Reduced Variate Y_{Tr}
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,251	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Sumber : Suripin, 2004

Nilai S_n (*Reduced Standard Deviation*) dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.4 *Reduced Standard Deviation, S_n Sebagai Fungsi Periode Ulang*

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9576	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,108
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,177	1,1762	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,189	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,198	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,202	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,206
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,209	1,2093	1,2096

Sumber : Suripin, 2004

2.4 Uji Keselarasan Distribusi

Uji keselarasan diperlukan untuk menguji persamaan distribusi peluang yang telah dipilih terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Salah satu metodenya ialah dengan uji chi-kuadrat.

Tabel 2.5 Uji Distribusi

Jenis Distribsi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_s = 0$	-0,27	Tidak
	$C_k = 3$	4,08	Memenuhi
Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3 = 0,087$	-0,685	Tidak
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$ $= 3,01$	4,632	Memenuhi
Log Pearson III	$C_s \neq 0$	-0,466	Memenuhi
	$C_k \neq 0$	4,632	
Gumbel	$C_s = 1,14$	-0,28	Tidak
	$C_k = 5,4$	4,08	Memenuhi

Sumber : Suripin, 2004

2.3.4 Uji Chi-kuadrat

Uji Chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih memenuhi syarat untuk dijadikan dasar dalam menentukan debit air rencana dengan periode ulang tertentu atau mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 , yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Suripin:2004):

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan:

h = Parameter chi-kuadrat terhitung

G = Jumlah sub kelompok

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

Prosedur Uji Chi-kuadrat adalah sebagai berikut:

- a. Urutkan data pengamatan (dari besar kekecil atau sebaliknya)
- b. Kelompokkan data menjadi G sub grup yang masing-masing beranggotakan minimal 4 data pengamatan
- c. Jumlah data pengamatan berdasarkan O_i tiap tiap sub-grup
- d. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i
- e. Pada tiap sub-grup hitung nilai:

$$(O_i - E_i) \text{ dan } \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

- f. Jumlah seluruh G sub-grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chikuadrat terhitung.
- g. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R = 2$ untuk distribusi normal dan bionominal)

Interpretasi hasil uji adalah sebagai berikut:

- a. Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima

- b. Apabila peluang kurang dari 1% maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima
- c. Apabila peluang berada diantara 1%-5% maka tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu data tambahan.

Nilai kritis untuk distribusi chi-kuadrat dapat dilihat pada lampiran 4.

2.5 Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Koefisien limpasan untuk tiap bagian daerah yang memiliki fungsi lahan yang berbeda dapat dihitung dengan rumus (Triatmodjo:2008)

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

C_i = Koefisien limpasan untuk daerah dengan luasan A_i

A_i = Luasan dengan nilai C yang berbeda

$\sum A_i$ = Penjumlahan semua luasan dengan nilai C yang berbeda.

Untuk mempermudah perhitungan koefisien limpasan, dapat dilihat pada Tabel 2.5, dimana pada tabel tersebut terdapat angka – angka koefisien limpasan pada masing – masing fungsi lahan.

Tabel 2.6 Koefisien Limpasan

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

Sumber : Wesli, 2008

2.6 Waktu Konsentrasi (tc)

Waktu konsentrasi yang dimaksud adalah waktu yang diperlukan saat air hujan jatuh pada titik awal hulu saluran sampai pada titik hilir saluran. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1949) dengan rumus sebagai berikut

Keterangan :

Rumus Rasional :

$$T_o = \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{L_o}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,77} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$T_d = \frac{L_s}{3600 \times V} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$T_c = T_o + T_d \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

T_c = Waktu Konsentrasi /jam

T_o = Waktu yang di perlukan air untuk mengalir di permukaan ke saluran /jam

T_d = Waktu perjalanan dari pertama masuk saluran sampai titik keluar /jam

2.7 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah semakin hujan berlangsung intensitasnya cenderung semakin tinggi dan semakin besar periode ulangnya semakin tinggi pula intensitasnya.

Besarnya intensitas hujan sangat berpengaruh terhadap besarnya debit yang akan dibuang. Intensitas hujan berbanding lurus dengan debit. Semakin besar intensitas hujan, maka debit yang harus dialirkan pada daerah tersebut akan semakin besar.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya intensitas hujan adalah dengan rumus Mononobe (Suripin:2004)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Waktu (durasi) curah hujan (menit)

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

2.8 Periode Ulang Hujan

Menurut Robert J. Kodoatie (2013), kala ulang atau periode ulang dapat didefinisikan sebagai interval waktu dari suatu peristiwa yang mencapai suatu harga tertentu atau melampaui harga tersebut. Pengertian Q_{25} tidak berarti terjadi banjir setiap 25 tahun. Analisis periode ulang debit menggunakan ilmu statistik

dalam menentukan besaran tersebut, yaitu dalam konsep analisis kemungkinan (Probability).

Periode ulang tahunan adalah rerata selang waktu perkiraan terjadinya banjir. Berikut tabel periode ulang yang diisyaratkan menurut Departemen Pekerjaan Umum:

Tabel 2.7 Periode Ulang yang Diisyaratkan

Bangunan / Saluran Drainase	Periode Ulang
Sungai Besar atau Saluran Primer	25 tahun
Sungai Kecil	10 tahun
Saluran Sekunder	10 tahun
Saluran Tersier (Saluran Permukiman)	1 tahun
Saluran Tersier (Industri dan Komersial)	2 tahun
Gorong-gorong	10 tahun
Gorong-gorong Jalan Tol	25 tahun
Saluran Drainase Jalan	5 tahun

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, standar Metode Menghitung Design Flood, Jakarta: Badan Penerbit PU (1990).

2.9 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Metode rasional adalah metode untuk menghitung debit banjir maksimum dari curah hujan.

Rumus metode rasional : (Wesli:2008)

$$Q_T = 0,278.C.I_T.A \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan :

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

C = Koefisien pengaliran

I_T = Intensitas curah hujan dengan periode ulang (T) tahun (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (Km^2)

2.10 Persamaan Manning

Rumus Manning mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan, oleh karena itu rumus Manning dapat luas penggunaannya sebagai rumus aliran seragam dalam perhitungan saluran. Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan kapasitas penampang saluran menggunakan rumus Manning (Sosrodarsono:2003).

Persamaan untuk kecepatan aliran yang terjadi adalah

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (2.18)$$

Persamaan untuk debit yang mengalir adalah :

$$Q = V \times A \dots \dots \dots (2.19)$$

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \dots \dots \dots (2.20)$$

Keterangan :

- V = Kecepatan aliran (m/detik)
- Q = Debit saluran (m³/detik)
- n = Koefisien kekasaran Manning
- R = Jari-jari hidrolik saluran (m)
- So = Kemiringan dasar saluran
- A = Luas penampang aliran (m²)

Besarnya koefisien Manning dapat mengacu pada tabel 2.7 berikut :

Tabel 2.8 Koefisien Manning

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

Sumber : Wesli, 2008

2.11 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)

2.12 Kerangka Berpikir

Permasalahan banjir yang terjadi di wilayah Kelurahan Bagan Pete merupakan salah satu akibat meluapnya air sungai pada Sungai Kenali Besar. Curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan jumlah debit air meningkat dan menjadi salah satu faktor yang menyebabkan air sungai meluap. Akan tetapi dengan dimensi saluran yang tidak sesuai dengan kapasitas air yang tinggi dapat menjadi salah satu faktor utama terhadap masalah banjir tersebut. Akibat terganggunya sistem drainase, air yang seharusnya mengalir dengan baik dapat menghambat aliran air dan menyebabkan banjir akibat sistem drainase yang tidak bagus.

Pelebaran juga dapat diartikan dengan Normalisasi memiliki pengertian sebagai mendimensi ulang aliran sungai atau menata kembali sungai dengan harapan menyelesaikan masalah banjir agar tidak kembali terulang. Kegiatan pelebaran sungai ini meliputi pengerasan dinding sungai, pembangunan sodetan, pembuatan tanggul, membuat sumber resapan dan juga pengerukan. Pengerasan dinding sungai dapat dilakukan dengan memasang batu kali atau dengan pembetonan pada dinding sungai.

Penelitian ini dilakukan sebagai upaya mengatasi bahaya banjir di wilayah kelurahan Bagan Pete di saat debit aliran tinggi, untuk itu dihitung debit banjir rencana pada pelebaran sungai Kenali Besar khususnya di daerah yang mengakibatkan terjadinya banjir di wilayah tersebut. Dengan Penganalisaan data curah hujan dihitung dari curah hujan maksimum tahunan dari stasiun curah ujan,

kemudian mengkaji pengaruh pelebaran sungai tersebut terhadap debit aliran Sungai Kenali Besar.

BAB III

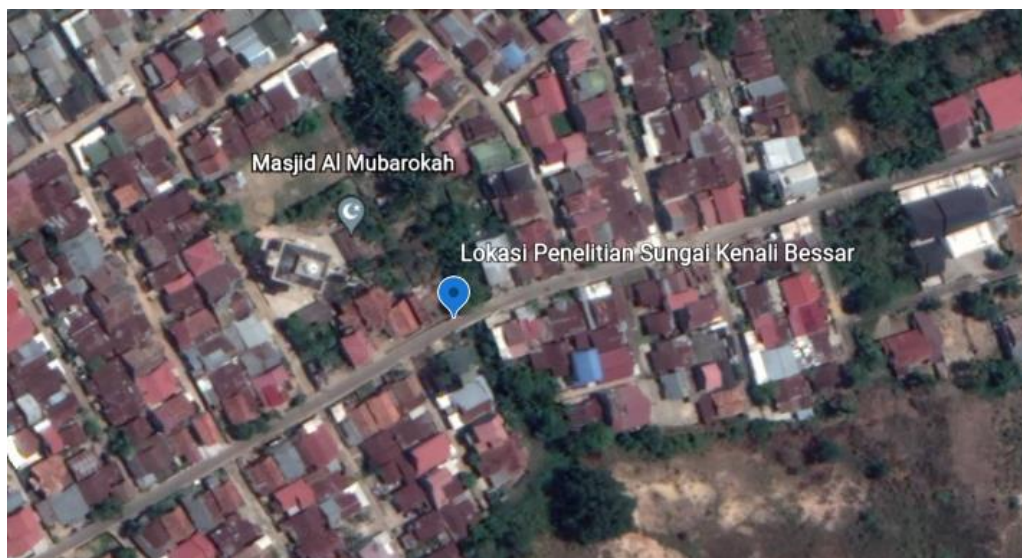
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Sungai Kenali Besar ini melintasi Kecamatan Alam Barajo dengan luas wilayah nya 103,54 km² di mana salah satu nya melintasi Komp.Perum Garuda III Jaya, Kel. Bagan Pete.

3.1.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sungai Kenali Besar dikhususkan pada wilayah Kelurahan Kenali Besar, Kecamatan Alam Barajo, Kota Jambi

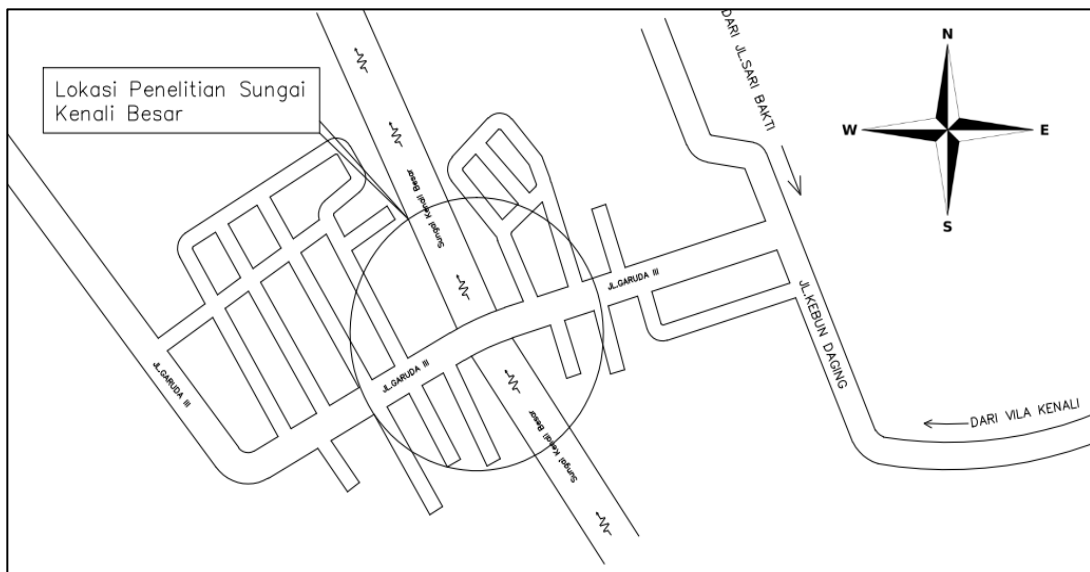


**Gambar 3.1 Peta Lokasi Kelurahan Bagan Pete, Kecamatan Kota Baru,
Kota Jambi**

Sumber : Google map 2021

3.1.2 Denah Lokasi Penelitian

Lokasi sungai yang menjadi bahan penelitian ini berlokasi di Jl. Garuda 3, Kel. Bagan Pete, Kec. Kota Baru yang bisa di akses dari arah Timur yaitu SPBU Vila Kenali atau Kebun Daging dari arah Barat yaitu Jl.Linkar Selatan dan dari Utara yaitu dari Lorong Pipa.



Gambar 3.2 Denah Lokasi Penelitian

Sumber : Google Maps 2021

3.1 Metode Penelitian

Metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah metode perencanaan yaitu penelitian yang membahas hal – hal tentang kajian, melakukan perhitungan kembali yang dalam hal ini suatu kajian debit rencana setelah dilakukan pelebaran pada sungai Kenali Besar. Kajian dilakukan dengan mengikuti pedoman perencanaan saluran dan petunjuk standar perencanaan peraturan yang ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum dalam SNI 2415-2016 (Tata Cara Perhitungan Debit Banjir). Proses pengerjaan penelitian ini dalam perhitungannya menggunakan bantuan program computer *HEC-RAS*.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Pada perencanaan perbaikan sungai ini ada tahap-tahap yang harus dilalui, salah satu di antaranya adalah tahap pengumpulan data. Untuk memudahkan pengumpulan dan pengolahan data. Dalam pengumpulan data yang diperlukan, sumber data terdiri dari :

3.3.1 Data Primer

Data primer ialah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan oleh orang yang melakukan penelitian atau yang memerlukannya. Data primer di dapat dari sumber informasi yaitu individu atau perorangan seperti hasil wawancara yang dilakukan oleh peneliti. Data primer antara lain:

- Catatan hasil wawancara yang di peroleh dari pihak yang kontraktor dan warga sekitar
- Hasil observasi lapangan yang dilakukan survey lokasi langsung di lokasi
- Dokumentasi yang di ambil langsung di lokasi Penelitian

3.3.2 Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada. Data ini digunakan untuk mendukung informasi primer yang telah diperoleh. Data sekunder antara lain :

- Data curah hujan dari 2012-2021 yang di peroleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)

3.3.3 Pengumpulan Data

Sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data, maka tahap - tahap persiapan dengan kegiatan yang diperlukan sebagai berikut. Tahap persiapan meliputi kegiatan - kegiatan berikut :

1. Studi pustaka terhadap materi untuk menentukan garis besarnya.
2. Menentukan data-data yang diperlukan
3. Menyiapkan surat izin penelitian ke instansi-instansi terkait seperti Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Dinas Pekerjaan Umum (PU).
4. Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi sebenarnya.

3.3.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam perencanaan ini penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data yang dilakukan, yaitu dengan cara:

a. Kepustakaan

Kepustakaan data perencanaan didapatkan dengan cara mengumpulkan berbagai data yang berasal dari literature, jurnal, dokumen, mengolah data tertulis, buku-buku referensi atau buku-buku sumber yang mempunyai hubungannya dengan objek kajian.

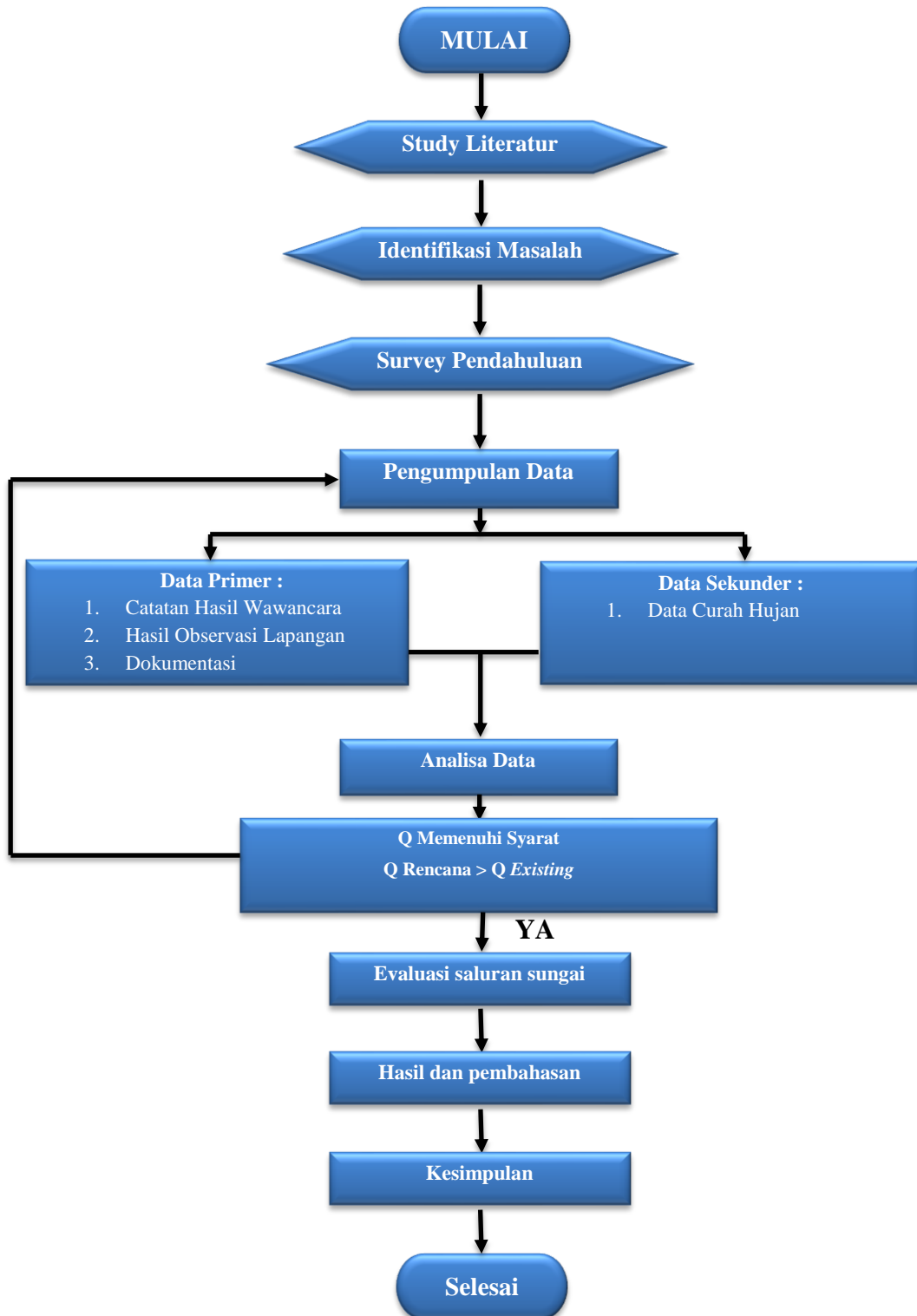
b. Metode Observasi

Metode observasi yang dimaksud merupakan suatu cara pengumpulan data, dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi untuk mengetahui kondisi sebenarnya dilapangan. Pengumpulan data dengan cara menginventarisasi data diantaranya data curah hujan dan klimatologi dari

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), peta topografi dari Badan Informasi Geospasial, Data kondisi drainase, hidrologi, Laporan Review Desain Supervisi Pelebaran Sungai Kenali Besar, Laporan Studi Pengendalian Banjir Sungai Kenali Besar dari PU Kota. yaitu dengan cara mengumpulkan data primer dan data sekunder antara lain:

1. Data curah hujan bulanan dengan periode 10 tahun 2012-2021, didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Sultan Thaha Jambi.
2. Data teknis Sungai Kenali Besar dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Jambi

3.4 Diagram Alur (*flowchart*) Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir (*Flowchart*) Penelitian

Sumber : Data Olahan Tugas Akhir, 2021

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Sungai Kenali Besar merupakan salah satu sungai yang melintasi kota Jambi. Sungai ini memiliki :

- Luas DAS = 3.623 Ha = 36.23 km^2
- Luas Catchment Area = 0.60 km^2
- Panjang sungai = 13.79 km
- Lebar sungai = 10 meter
- Panjang sungai Existing = 134 meter

4.2 Analisa Curah Hujan

4.3.4 Curah Hujan Bulanan Maksimum

Untuk menganalisa curah rencana dan debit banjir rencana pada Sungai Kenali Besar diperlukan data curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir (2012-2021). Pada penelitian ini data curah hujan yang digunakan diperoleh dari kantor Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Jambi,

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

Tabel 4. 1 Tabel Data Curah Hujan Kota Jambi

No	Tahun	Bulan											
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	2012	136	143	222	244	266	53	108	55	53	277	150	223
2	2013	150,1	183,6	326	125,1	182,8	83	209,1	73,4	235,4	325,3	170,7	29,1
3	2014	91,9	26,2	101	338,1	108,9	102,1	195,1	184,7	67	100,6	228	28,2
4	2015	158,1	111,4	178,1	303,5	134,2	34,6	73,1	37,4	110	36	345,2	298
5	2016	102	195	70	234	104	76	127	199	109	130	209	140
6	2017	109	191	196	298	158	233	55	68	216	230	340	273
7	2018	134,7	219,5	307,5	211,8	289,6	86,9	31,3	75,3	209	137,3	421,4	236,5
8	2019	167	291,2	151	386	161	160	21	3	48	195	115,2	147,5
9	2020	152	86	232	205	220	95	198	96	182	368	265	324
10	2021	129	101	234	251	184	90	156	70	103	295	240	263

(Sumber : Data BMKG Sultan Thaha Jambi, 2021)

Tabel 4. 2 Curah Hujan Rata-Rata

No	Tahun	Ex	Xi (mm)
1	2012	1930	160,83
2	2013	2093,6	174,47
3	2014	1571,8	130,98
4	2015	1819,6	151,63
5	2016	1695	141,25
6	2017	2367	197,25
7	2018	2360,8	196,73
8	2019	1845,9	153,83
9	2020	2423	201,92
10	2021	2116	176,33
Jumlah			1685,23
Rata-rata			168,52

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022

- Contoh Perhitungan jumlah Curah Hujan 2012

$$\begin{aligned}\sum X &= 136 + 143 + 222 + 244 + 266 + 53 + 108 + 55 + 53 + 277 + 150 + 223 \\ &= 1930\end{aligned}$$

- Contoh Perhitungan Curah hujan rata-rata tahun 2012

$$Xi = \frac{\sum X}{n} = \frac{1930}{12} = 160.83 \text{ mm}$$

- Contoh Perhitungan Curah hujan rata-rata 10 tahun terakhir

$$X = \frac{\sum X}{n} = \frac{1685.23}{10} = 168.52 \text{ mm}$$

4.2.2 Curah Hujan Tahunan Daerah

Analisa dilakukan dengan metode rata-rata aljabar. Metode ini biasa digunakan pada DAS yang datar, metode ini dipilih karena DAS Kenali Besar termasuk kategori DAS kecil ($< 500\text{km}^2$) yaitu sebesar 13,79 km.

Hujan kawasan diperoleh dari persamaan (Suripin, 2004):

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

Keterangan:

- P = Curah hujan tercatat (mm)
 P₁,...,P_n = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)
 n = Jumlah stasiun pengukuran

Rata-rata maksimum diambil sebagai curah hujan areal Sungai Kenali Besar.

Tabel 4. 3 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (2012-2021)

Tahun	P rencana (mm)
2012	277
2013	326
2014	338,1
2015	345,2
2016	234
2017	340
2018	421,4
2019	386
2020	368
2021	295
Jumlah (Σ)	3330,7

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

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

Tahun	P rencana (mm)
Januari	167
Febuari	291,2
Maret	326
April	386
Mei	289,6
Juni	233
Juli	209,1
Agustus	199
September	235,4
Oktober	368
November	421,4
Desember	324
Jumlah (Σ)	3449,7

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

4.3 Analisis Distribusi Curah Hujan

Untuk penentuan curah hujan yang akan dipakai dalam menghitung besarnya debit banjir rencana berdasarkan analisa distribusi curah hujan, awalnya dengan pengukuran dispersi dilanjutkan pengukuran dispersi dengan logaritma untuk 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.

4.3.1 Penentuan Jenis Distribusi

4.3.1.1 Metode Distribusi Normal

Tabel 4. 5 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Xi - X)	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
1	2012	277,00	-56,07	3143,84	-176275,38	9883760,76
2	2013	326,00	-7,07	49,98	-353,39	2498,49
3	2014	338,10	5,03	25,30	127,26	640,14
4	2015	345,20	12,13	147,14	1784,77	21649,27
5	2016	234,00	-99,07	9814,86	-972358,67	96331573,01
6	2017	340,00	6,93	48,02	332,81	2306,39
7	2018	421,40	88,33	7802,19	689167,35	60874151,63
8	2019	386,00	52,93	2801,58	148287,89	7848877,95
9	2020	368,00	34,93	1220,10	42618,26	1488655,97
10	2021	295,00	-38,07	1449,32	-55175,80	2100542,67
Jumlah		3330,70	0,000	26502,36	-321844,90	178554656,26
\bar{X}		333,07				
S		54,27				

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022

a. Perhitungan Dispersi Distribusi Normal

- Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3330,70}{10} = 333,07 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{26502,36}{10 - 1}} = 54,26$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{54,26}{333,07} = 0,16$$

- Koefisien *swekness* (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{(10)(-321844,90)}{(10-1)(10-2)54,26^3} = -0,27$$

- Koefisien Kurtosis (C_k)

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

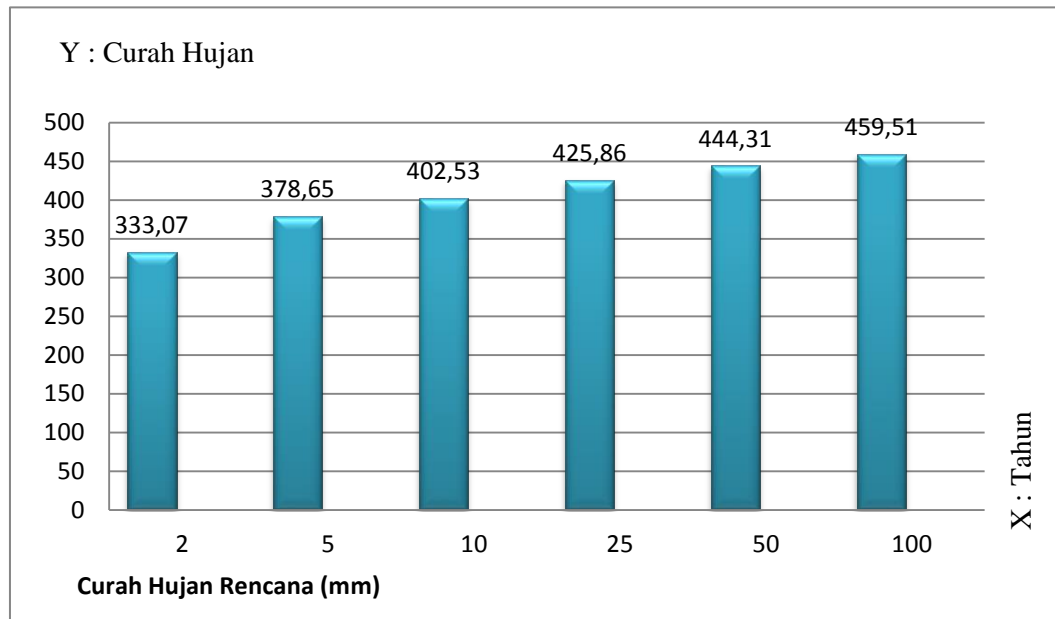
$$= \frac{10^2 \times 178554656,26}{(10-1)(10-2)(10-3)54,26^4} = 4,08$$

Lalu digunakan persamaan $X_T = \bar{X} + K_T S$ dan harga variable reduksi *Gauss* pada Tabel 2.1 dapat dihitung curah hujan dengan periode ulang tertentu sebagai berikut:

Tabel 4. 6 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Normal

No	Periode Ulang (T) Tahun	K_T	X	S	Curah Hujan (X_T) (mm)
1	2	0,00	333,07	54,27	333,07
2	5	0,84	333,07	54,27	378,65
3	10	1,28	333,07	54,27	402,53
4	25	1,71	333,07	54,27	425,86
5	50	2,05	333,07	54,27	444,31
6	100	2,33	333,07	54,27	459,51

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022



Gambar 4. 1 Grafik Distribusi Normal

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

4.3.1.2 Metode Distribusi Log Normal

Tabel 4. 7 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Log Xi)	(Log Xi - Log X)	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³	(Log Xi - Log X) ⁴
1	2012	277,00	2,4425	-0,0746	0,0056	-0,0004	0,0000
2	2013	326,00	2,5132	-0,0038	0,0000	0,0000	0,0000
3	2014	338,10	2,5290	0,0120	0,0001	0,0000	0,0000
4	2015	345,20	2,5381	0,0210	0,0004	0,0000	0,0000
5	2016	234,00	2,3692	-0,1478	0,0219	-0,0032	0,0005
6	2017	340,00	2,5315	0,0144	0,0002	0,0000	0,0000
7	2018	421,40	2,6247	0,1076	0,0116	0,0012	0,0001
8	2019	386,00	2,5866	0,0695	0,0048	0,0003	0,0000
9	2020	368,00	2,5658	0,0488	0,0024	0,0001	0,0000
10	2021	295,00	2,4698	-0,0472	0,0022	-0,0001	0,0000
Jumlah		3330,70	25,1705		0,0493	-0,0020	0,0007
X		333,07	2,5170				
S		0,074					

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022

b. Perhitungan Dispersi Log Normal

- Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{25,1705}{10} = 2,5170 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,0493}{10 - 1}} = 0,074$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,074}{2,5170} = 0,029$$

- Koefisien *skewness* (C_s)

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

$$= \frac{(10)(-0,0020)}{(10-1)(10-2)0,074^3} = -0,685$$

- Koefisien Kurtosis (C_k)

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

$$= \frac{10^2 \times 0,0007}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)0,074^4} = 4,632$$

Lalu digunakan persamaan $Y_T = \bar{Y} + K_T S$ dan harga variable reduksi *Gauss* pada Tabel 2.1 dapat dihitung curah hujan dengan periode ulang tertentu sebagai berikut:

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

No	Periode Ulang (T) Tahun	K_T	Log X	Log X_T	S	Curah Hujan (X_T) (mm)
1	2	0,000	2,517	2,517	0,074	328,886
2	5	0,840	2,517	2,579	0,074	379,481
3	10	1,280	2,517	2,612	0,074	409,017
4	25	1,710	2,517	2,644	0,074	440,102
5	50	2,050	2,517	2,669	0,074	466,345
6	100	2,330	2,517	2,689	0,074	489,127

Perhitungan Tugas Akhir 2022

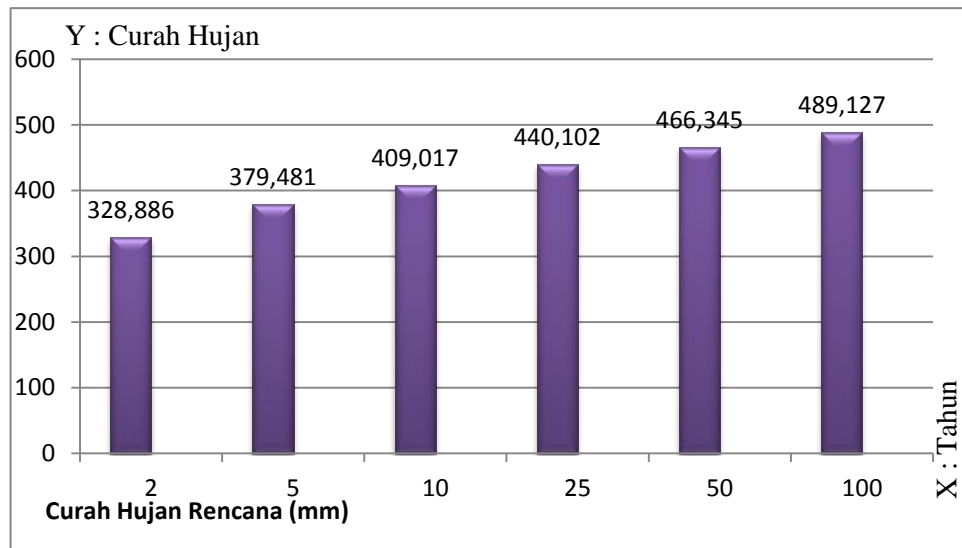
Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi *Log Normal* :

- Untuk T = 2 Tahun

$$K_T = 0,00$$

$$\begin{aligned} \text{Log } X_T &= \text{Log } X + (K_T \times S) \\ &= 2,517 + (0,00 \times 0,074) \\ &= 2,517 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$X_T = 328,886 \text{ mm}$$



Gambar 4. 2 Grafik Distribusi Log Normal

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

4.3.1.3 Metode Distribusi Log Pearson Type III

Tabel 4. 9 Analisa Curah Hujan Distribusi Log-Person III

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Log Xi)	(Log Xi - Log X)	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³	(Log Xi - Log X) ⁴
1	2012	277,00	2,442	-0,075	0,005560	-0,000415	0,0000
2	2013	326,00	2,513	-0,004	0,000015	0,000000	0,0000
3	2014	338,10	2,529	0,012	0,000144	0,000002	0,0000
4	2015	345,20	2,538	0,021	0,000442	0,000009	0,0000
5	2016	234,00	2,369	-0,148	0,021854	-0,003231	0,0005
6	2017	340,00	2,531	0,014	0,000208	0,000003	0,0000
7	2018	421,40	2,625	0,108	0,011588	0,001247	0,0001
8	2019	386,00	2,587	0,070	0,004836	0,000336	0,0000
9	2020	368,00	2,566	0,049	0,002382	0,000116	0,0000
10	2021	295,00	2,470	-0,047	0,002230	-0,000105	0,0000
Jumlah		3330,70	25,170	0,000	0,049259	-0,001360	0,0007
X		333,07	2,517				
S		0,074					

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

c. Perhitungan Dispersi Distribusi Log Person Type III

- Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{25.170}{10} = 2,517 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,049259}{10 - 1}} = 0,074$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,074}{2,517} = 0,029$$

- Koefisien *skewness* (C_s)

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

$$= \frac{(10)(-0,001360)}{(10-1)(10-2)0,074^3} = -0,466$$

- Koefisien Kurtosis (C_k)

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

$$= \frac{10^2 \times 0,0007}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)0,074^4} = 4,632$$

Nilai K dapat ditentukan berdasarkan hasil perhitungan C_s yang akan dicocokkan pada lampiran 3 nilai K untuk distribusi log pearson type III. Sehingga didapatkan nilai variable standar (k) untuk periode ulang yang dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut:

Tabel 4. 10 Nilai K hasil distribusi Log Pearson III

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

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022

Perhitungan logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus persamaan : $\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K.T$

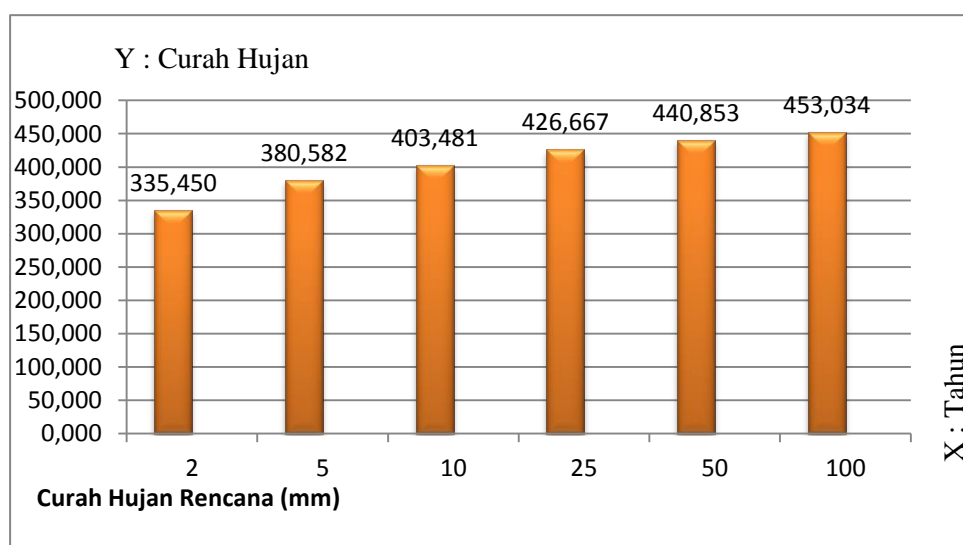
Tabel 4. 11 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log-Person III

No	Periode Ulang (T) Tahun	K_T	Log X	Log X_T	S	Curah Hujan (X_T) (mm)
1	2	0,116	2,517	2,526	0,074	335,450
2	5	0,857	2,517	2,580	0,074	380,582
3	10	1,2	2,517	2,606	0,074	403,481
4	25	1,528	2,517	2,630	0,074	426,667
5	50	1,72	2,517	2,644	0,074	440,853
6	100	1,88	2,517	2,656	0,074	453,034

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022

Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person III :

- Untuk T = 2 Tahun
 $K_T = 0,116$
 $\text{Log } X_T = \text{Log } X + (K_T \times S)$
 $= 2,517 + (0,116 \times 0,074)$
 $= 2,526 \text{ mm}$
 $X_T = 335,450 \text{ m}$



Gambar 4. 3 Grafik Distribusi Log Pearson III

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022

4.3.1.4 Metode Distribusi Gumbel

Tabel 4. 12 Perhitungan Variable Disperse Distribusi Gumbel

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Xi - X)	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
1	2012	277,00	-56,070	3143,845	-176275,38	9883760,76
2	2013	326,00	-7,070	49,985	-353,39	2498,49
3	2014	338,10	5,030	25,301	127,26	640,14
4	2015	345,20	12,130	147,137	1784,77	21649,27
5	2016	234,00	-99,070	9814,865	-972358,67	96331573,01
6	2017	340,00	6,930	48,025	332,81	2306,39
7	2018	421,40	88,330	7802,189	689167,35	60874151,63
8	2019	386,00	52,930	2801,585	148287,89	7848877,95
9	2020	368,00	34,930	1220,105	42618,26	1488655,97
10	2021	295,00	-38,070	1449,325	-55175,80	2100542,67
Jumlah		3330,70	0,000	26502,361	-321844,90	178554656,26
\bar{X}		333,07				
S		54,265				

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022

d. Perhitungan Dispersi Distribusi Gumbel

- Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3330,70}{10} = 333,07 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{26502,361}{10 - 1}} = 54,265$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{54,265}{333,07} = 0,16$$

- Koefisien *swekness* (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{(10)(-321844.90)}{(10-1)(10-2)54.265^3} = -0.28$$

- Koefisien Kurtosis (C_k)

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

$$= \frac{10^2 \times 178554656.26}{(10-1)(10-2)(10-3)54.265^4} = 4.08$$

Pada distribusi Gumbel, setelah memperoleh nilai rata-rata curah hujan dan simpangan baku, kemudian dicari nilai **Reduced Mean**(Y_n), **Reduced Standard Deviation**(S_n), dan **Recuded Variate** (Y_{Tr}) pada tabel 2.3 Rumus yang digunakan dalam distribusi gumbel adalah sebagai berikut:

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

$$n = 6$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

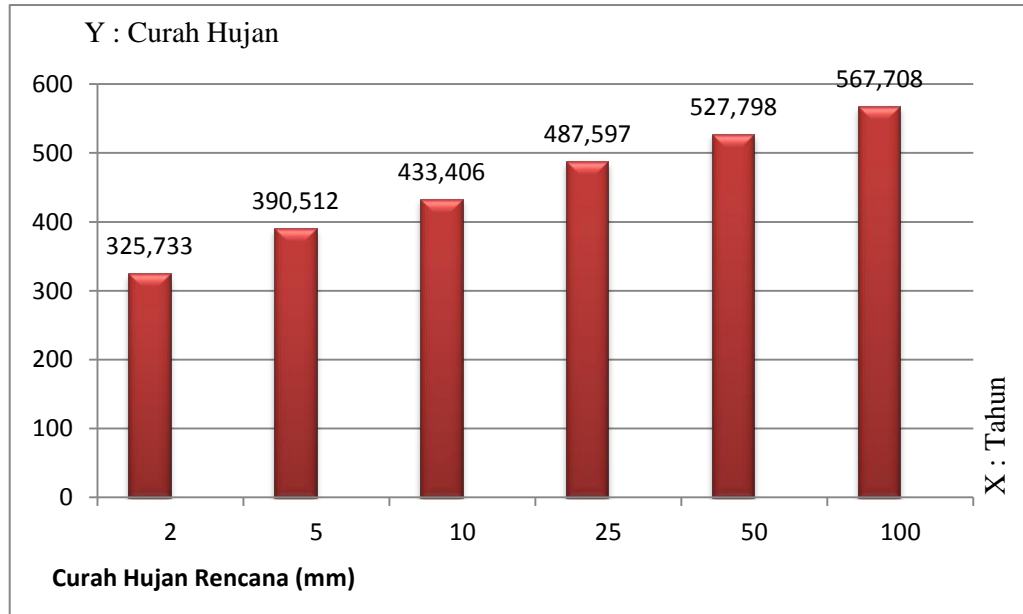
Tabel 4. 13 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel

No	Periode Ulang (T) Tahun	Ytr	Yn	Sn	X	S	K	Curah Hujan (X _T) (mm)	P ⁶⁰ (T) mm/menit
1	2	0,3668	0,4952	0,9496	333,07	54,265	-0,135	325,733	91,663
2	5	1,5004	0,4952	0,9496	333,07	54,265	1,059	390,512	109,893
3	10	2,2510	0,4952	0,9496	333,07	54,265	1,849	433,406	121,963
4	25	3,1993	0,4952	0,9496	333,07	54,265	2,848	487,597	137,213
5	50	3,9028	0,4952	0,9496	333,07	54,265	3,588	527,798	148,526
6	100	4,6012	0,4952	0,9496	333,07	54,265	4,324	567,708	159,757

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022

$$X_{tr} = \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \cdot S = 333,07 + \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} \times 54,265 = 325,733 \text{ mm}$$

$$P^{60}(T) = \left[\frac{93+19}{2} \times \frac{X_{tr}}{199} \right] = \left[\frac{93+19}{2} \times \frac{325,733}{199} \right] = 91,633 \text{ mm/menit}$$



Gambar 4. 4 Grafik Distribusi Gumbel

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022

Tabel 4. 14 Hasil Analisis Frekuensi

Durasi (menit)	Periode Ulang (mm/menit)					
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
5	225,109	347,903	451,622	581,788	735,210	876,610
10	168,480	260,383	338,011	435,431	550,258	656,087
20	117,493	181,584	235,719	303,658	383,735	457,537
30	93,194	144,029	186,968	240,856	304,372	362,910
40	78,519	121,350	157,528	202,931	256,445	305,766
60	61,185	94,560	122,751	158,130	199,830	238,263
80	51,017	78,845	102,351	131,851	166,621	198,666
120	39,266	60,686	78,778	101,483	128,245	152,910

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022

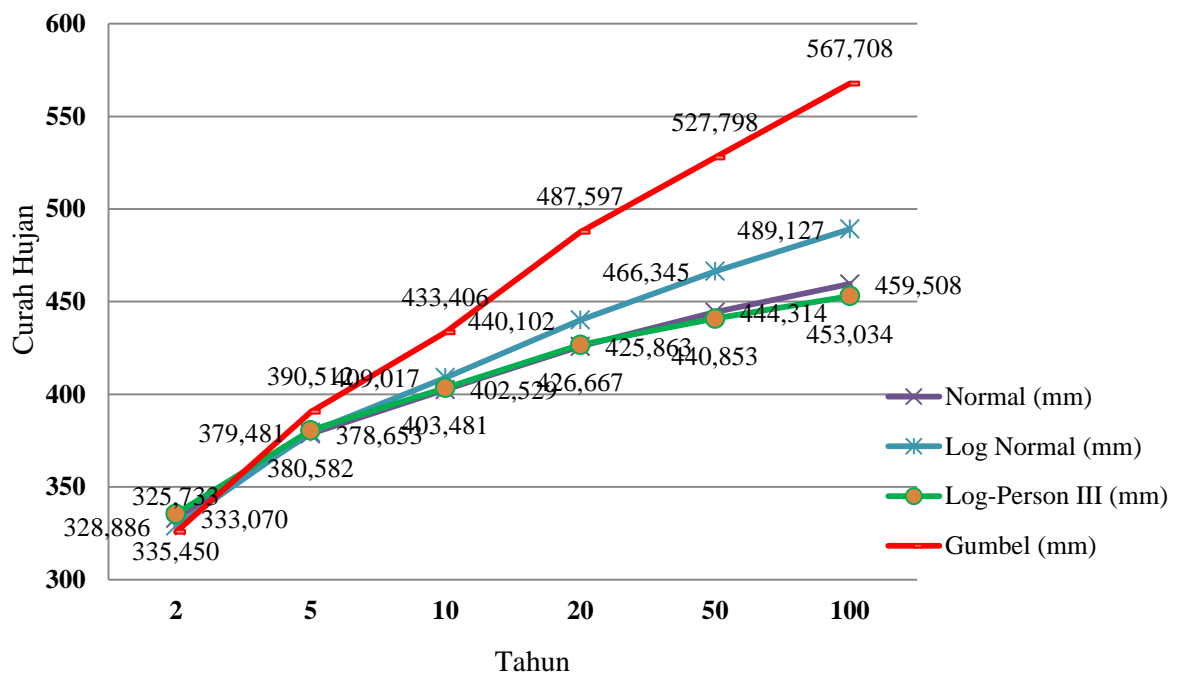
$$\begin{aligned}
 P_i &= (0,21 \cdot \ln T + 0,52) \times (0,54 \cdot t^{0,25} - 0,50) \times \left[\frac{P^{60} \times 60}{t} \right] \\
 &= (0,21 \times \ln(2) + 0,52) (0,54 \times 5^{0,25} - 0,50) \left[\frac{91,633 \times 60}{5} \right] \\
 &= 225,109 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

Perbandingan hasil pengukuran dispersi dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

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

No	Periode Ulang (T) Tahun	Normal (mm)	Log Normal (mm)	Log-Person III (mm)	Gumbel (mm)
1	2	333,070	328,886	335,450	325,733
2	5	378,653	379,481	380,582	390,512
3	10	402,529	409,017	403,481	433,406
4	20	425,863	440,102	426,667	487,597
5	50	444,314	466,345	440,853	527,798
6	100	459,508	489,127	453,034	567,708

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022



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

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022

Dari hasil analisis distribusi frekuensi hujan dengan empat metode tersebut diatas, maka yang digunakan periode ulang 10 Tahun terlihat bahwa distribusi

metode Gumbel Periode ulang 10 Tahun yang paling ekstrim sehingga data inilah yang digunakan untuk analisis berikutnya.

Tabel 4. 16 Perbandingan Hasil Dispersi

No	Dispersi	Hasil Dispersi			
		Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
1	S	54,27	0,074	0,074	54,27
2	C_s	-0,27	-0,685	-0,466	-0,28
3	C_k	4,08	4,632	4,632	4,08
4	C_v	0,16	0,029	0,029	0,16

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022

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 4.17 di bawah ini:

Tabel 4. 17 Hasil Uji Distribusi

Jenis Distribsi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_s = 0$	-0,27	Tidak
	$C_k = 3$	4,08	Memenuhi
Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3 = 0,087$	-0,685	Tidak
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3,01$	4,632	Memenuhi
Log Pearson III	$C_s \neq 0$	-0,466	Memenuhi
	$C_k \neq 0$	4,632	
Gumbel	$C_s = 1,14$	-0,28	Tidak
	$C_k = 5,4$	4,08	Memenuhi

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir2022

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.

4.3.2 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:

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

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

- $G = 1 + 3,3 \text{ Log } n = 1 + 3,3 \text{ Log } 10 = 4,3 \sim 4$
- Derajat kebebasan:
 $DK = G - R - I = 4 - 2 - 1 = 1$
- $E_i = \frac{n}{G} = \frac{10}{4} = 2,5$
- $\Delta X = \frac{(X_{maks} - X_{min})}{G - 1} = \frac{2,6247 - 2,3692}{4 - 1} = 0,0851$
- $X_{awal} = X_{min} - \frac{1}{2} \Delta X = 2,3692 - \frac{1}{2} \times 0,0851 = 2,3266$

Tabel 4. 18 Uji Chi-Kuadrat

Nilai Batas Tiap Kelas	O_i	E_i	$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
$2,3266 < X_i < 2,4118$	1	2,5	2,25	0,9
$2,4118 < X_i < 2,4970$	1	2,5	2,25	0,9
$2,4970 < X_i < 2,5822$	6	2,5	12,25	4,9
$2,5822 < X_i < 2,6674$	2	2,5	0,25	0,1
Jumlah	10	10	17	6,8

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Dengan menggunakan signifikansi $DK = 7$ dan $(\alpha) = 0.01$ maka diperoleh nilai Chi-Kuadrat kritis $X^2 = 18,475$. Dari hasil perhitungan diatas diperoleh X^2 dihitung = $6,8 < X^2_{tabel} = 18,475$ maka distribusi memenuhi syarat.

4.4 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)

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

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

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	Log t x Log I	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	√t	I x √t	I ² x √t
5	225,109	0,699	2,352	1,644	0,489	1125,547	50674,284	253371,421	2,236	503,360	113311,144
10	168,480	1,000	2,227	2,227	1,000	1684,801	28385,551	283855,507	3,162	532,781	89762,993
20	117,493	1,301	2,070	2,693	1,693	2349,870	13804,719	276094,381	4,472	525,447	61736,581
30	93,194	1,477	1,969	2,909	2,182	2795,811	8685,063	260551,886	5,477	510,443	47570,048
40	78,519	1,602	1,895	3,036	2,567	3140,774	6165,288	246611,519	6,325	496,600	38992,705
60	61,185	1,778	1,787	3,177	3,162	3671,090	3743,584	224615,020	7,746	473,936	28997,674
80	51,017	1,903	1,708	3,250	3,622	4081,323	2602,687	208214,949	8,944	456,306	23279,139
120	39,266	2,079	1,594	3,314	4,323	4711,978	1541,857	185022,836	10,954	430,143	16890,197
Jumlah	834,264	11,840	15,602	22,250	19,036	23561,194	115603,032	1938337,519	49,317	3929,015	420540,481

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Keterangan :

I	= Didapat dari tabel 4.15 Hasil Analisis Frekuensi	
Log t	= Log (5)	= 0,699
Log I	= Log (225,109)	= 2,352
Log t x Log I	= 0,699 x 2,352	= 1,644
Log t ²	= 0,699 ²	= 0,489
t x I	= 5 x 225,109	= 1125,547
I ²	= 50674,284 ²	= 50674,284
t x I ²	= 5 x 50674,284	= 253371,421
\sqrt{t}	= $\sqrt{5}$	= 2,236
I x \sqrt{t}	= 225,109 x 2,236	= 503,360
I ² x \sqrt{t}	= 50674,284 x 2,236	= 113311,144

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

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	Log t x Log I	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	√t	I x √t	I ² x √t
5	347,903	0,699	2,541	1,776	0,489	1739,514	121036,328	605181,641	2,236	777,934	270645,458
10	260,383	1,000	2,416	2,416	1,000	2603,831	67799,336	677993,361	3,162	823,404	214400,326
20	181,584	1,301	2,259	2,939	1,693	3631,682	32972,790	659455,791	4,472	812,069	147458,798
30	144,029	1,477	2,158	3,188	2,182	4320,876	20744,410	622332,294	5,477	788,880	113621,812
40	121,350	1,602	2,084	3,339	2,567	4854,011	14725,888	589035,507	6,325	767,486	93134,691
60	94,560	1,778	1,976	3,513	3,162	5673,605	8941,609	536496,523	7,746	732,459	69261,403
80	78,845	1,903	1,897	3,610	3,622	6307,613	6216,559	497324,694	8,944	705,213	55602,591
120	60,686	2,079	1,783	3,707	4,323	7282,280	3682,750	441929,967	10,954	664,778	40342,502
Jumlah	1289,340	11,840	17,114	24,488	19,036	36413,410	276119,668	4629749,777	49,317	6072,223	1004467,581

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Keterangan :

I	= Didapat dari tabel 4.15 Hasil Analisis Frekuensi	
Log t	= Log (5)	= 0,699
Log I	= Log (347,903)	= 2,541
Log t x Log I	= 0,699 x 2,541	= 1,776
Log t ²	= 0,699 ²	= 0,489
t x I	= 5 x 347,903	= 1739,514
I ²	= 347,903 ²	= 121036,328
t x I ²	= 5 x 121036,328	= 605181,641
\sqrt{t}	= $\sqrt{5}$	= 2,236
I x \sqrt{t}	= 342,514 x 2,236	= 777,934
I ² x \sqrt{t}	= 121036,328 x 2,236	= 270645,458

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

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	Log t x Log I	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	√t	I x √t	I ² x √t
5	451,622	0,699	2,655	1,856	0,489	2258,111	203962,696	1019813,48	2,236	1009,858	456074,453
10	338,011	1,000	2,529	2,529	1,000	3380,105	114251,114	1142511,144	3,162	1068,883	361293,747
20	235,719	1,301	2,372	3,087	1,693	4714,388	55563,641	1111272,813	4,472	1054,169	248488,155
30	186,968	1,477	2,272	3,356	2,182	5609,050	34957,156	1048714,666	5,477	1024,068	191468,226
40	157,528	1,602	2,197	3,520	2,567	6301,127	24815,126	992605,0455	6,325	996,296	156944,638
60	122,751	1,778	2,089	3,715	3,162	7365,065	15067,828	904069,703	7,746	950,826	116714,897
80	102,351	1,903	2,010	3,825	3,622	8188,088	10475,748	838059,8363	8,944	915,456	93697,938
120	78,778	2,079	1,896	3,943	4,323	9453,331	6205,935	744712,1768	10,954	862,967	67982,610
Jumlah	1673,729	11,840	18,021	25,830	19,036	47269,266	465299,244	7801758,865	49,317	7882,523	1692664,664

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Keterangan :

I	= Didapat dari tabel 4.15 Hasil Analisis Frekuensi	
Log t	= Log (5)	= 0,699
Log I	= Log (451,622)	= 2,655
Log t x Log I	= 0,699 x 2,655	= 1,856
Log t ²	= 0,699 ²	= 0,489
t x I	= 5 x 451,622	= 2258,111
I ²	= 451,622 ²	= 203962,696
t x I ²	= 5 x 203962,696	= 1019813,48
\sqrt{t}	= $\sqrt{5}$	= 2,236
I x \sqrt{t}	= 451,622 x 2,236	= 1009,858
I ² x \sqrt{t}	= 203962,696 x 2,236	= 456074,453

Tabel 4. 22 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 25 Tahun

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	Log t x Log I	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	√t	I x √t	I ² x √t
5	581,788	0,699	2,765	1,932	0,489	2908,940	338477,209	1692386,044	2,236	1300,917	756858,048
10	435,431	1,000	2,639	2,639	1,000	4354,312	189600,349	1896003,486	3,162	1376,954	599568,947
20	303,658	1,301	2,482	3,230	1,693	6073,159	92208,165	1844163,306	4,472	1358,000	412367,451
30	240,856	1,477	2,382	3,518	2,182	7225,679	58011,591	1740347,719	5,477	1319,222	317742,568
40	202,931	1,602	2,307	3,697	2,567	8117,225	41180,837	1647233,497	6,325	1283,446	260450,484
60	158,130	1,778	2,199	3,910	3,162	9487,809	25005,144	1500308,612	7,746	1224,871	193689,009
80	131,851	1,903	2,120	4,035	3,622	10548,042	17384,561	1390764,878	8,944	1179,307	155492,240
120	101,483	2,079	2,006	4,172	4,323	12177,950	10298,783	1235853,927	10,954	1111,690	112817,512
Jumlah	2156,127	11,840	18,901	27,132	19,036	60893,116	772166,638	12947061,470	49,317	10154,407	2808986,260

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Keterangan :

I	= Didapat dari tabel 4.15 Hasil Analisis Frekuensi	
Log t	= Log (5)	= 0,699
Log I	= Log (581,788)	= 2,765
Log t x Log I	= 0,699 x 2,765	= 1,932
Log t ²	= 0,699 ²	= 0,489
t x I	= 5 x 581,788	= 2908,940
I ²	= 581,788 ²	= 338477,209
t x I ²	= 5 x 338477,209	= 1692386,044
\sqrt{t}	= $\sqrt{5}$	= 2,236
I x \sqrt{t}	= 581,788 x 2,236	= 1300,917
I ² x \sqrt{t}	= 338477,209 x 2,236	= 756858,048

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

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	Log t x Log I	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	√t	I x √t	I ² x √t
5	735,210	0,699	2,866	2,004	0,489	3676,051	540533,984	2702669,922	2,236	1643,980	1208670,733
10	550,258	1,000	2,741	2,741	1,000	5502,580	302783,848	3027838,485	3,162	1740,069	957486,600
20	383,735	1,301	2,584	3,362	1,693	7674,701	147252,594	2945051,88	4,472	1716,115	658533,620
30	304,372	1,477	2,483	3,668	2,182	9131,149	92642,091	2779262,717	5,477	1667,112	507421,628
40	256,445	1,602	2,409	3,859	2,567	10257,803	65764,080	2630563,188	6,325	1621,901	415928,560
60	199,830	1,778	2,301	4,091	3,162	11989,821	39932,171	2395930,276	7,746	1547,879	309313,269
80	166,621	1,903	2,222	4,228	3,622	13329,647	27762,419	2220993,501	8,944	1490,300	248314,622
120	128,245	2,079	2,108	4,383	4,323	15389,375	16446,726	1973607,173	10,954	1404,851	180164,861
Jumlah	2724,716	11,840	19,714	28,336	19,036	76951,127	1233117,914	20675917,142	49,317	12832,207	4485833,893

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Keterangan :

I	= Didapat dari tabel 4.15 Hasil Analisis Frekuensi	
Log t	= Log (5)	= 0,699
Log I	= Log (735,210)	= 2,866
Log t x Log I	= 0,699 x 2,866	= 2,004
Log t ²	= 0,699 ²	= 0,489
t x I	= 5 x 735,210	= 3676,051
I ²	= 735,210 ²	= 540533,984
t x I ²	= 5 x 540533,984	= 2702669,922
\sqrt{t}	= $\sqrt{5}$	= 2,236
I x \sqrt{t}	= 735,210 x 2,236	= 1643,980
I ² x \sqrt{t}	= 540533,984 x 2,236	= 1208670,733

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

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	Log t x Log I	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	√t	I x √t	I ² x √t
5	876,610	0,699	2,943	2,057	0,489	4383,048	768444,503	3842222,513	2,236	1960,159	1718294,145
10	656,087	1,000	2,817	2,817	1,000	6560,865	430449,501	4304495,011	3,162	2074,728	1361200,841
20	457,537	1,301	2,660	3,461	1,693	9150,740	209340,115	4186802,297	4,472	2046,168	936197,454
30	362,910	1,477	2,560	3,781	2,182	10887,300	131703,662	3951109,862	5,477	1987,740	721370,666
40	305,766	1,602	2,485	3,982	2,567	12230,638	93492,818	3739712,728	6,325	1933,834	591300,501
60	238,263	1,778	2,377	4,227	3,162	14295,767	56769,155	3406149,294	7,746	1845,576	439731,983
80	198,666	1,903	2,298	4,374	3,622	15893,275	39468,153	3157452,252	8,944	1776,922	353013,894
120	152,910	2,079	2,184	4,542	4,323	18349,141	23381,317	2805758,059	10,954	1675,040	256129,497
Jumlah	3248,747	11,840	20,325	29,240	19,036	91750,774	1753049,224	29393702,017	49,317	15300,165	6377238,981

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Keterangan :

I	= Didapat dari tabel 4.15 Hasil Analisis Frekuensi	
Log t	= Log (5)	= 0,699
Log I	= Log (876,610)	= 2,943
Log t x Log I	= 0,699 x 2,943	= 2,057
Log t ²	= 0,699 ²	= 0,489
t x I	= 5 x 876,610	= 4383,048
I ²	= 876,610 ²	= 768444,503
t x I ²	= 5 x 768444,503	= 3842222,513
\sqrt{t}	= $\sqrt{5}$	= 2,236
I x \sqrt{t}	= 876,610 x 2,236	= 1960,159
I ² x \sqrt{t}	= 768444,503 x 2,236	= 1718294,145

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

Periode Ulang Tahun (T)	Talbot		Ishiguro		Sherman		
	a	b	a	b	Log a	n	a
2	4836,213	18,134	451,712	-0,378	2,771	0,555	590,159
5	7474,282	18,134	698,113	-0,378	2,960	0,555	912,080
10	9702,574	18,134	906,240	-0,378	3,073	0,555	1183,997
20	12499,030	18,134	1167,434	-0,378	3,183	0,555	1525,246
50	15795,127	18,134	1475,296	-0,378	3,285	0,555	1927,466
100	18832,929	18,134	1759,033	-0,378	3,361	0,555	2298,167

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

- Talbot

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

$$= \frac{(23561,194) \times (115603,032) - (1938337,519) \times (834,264)}{8 \times (115603,032) - (834,264) \times (834,264)}$$

$$= 4836,213$$

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

$$= \frac{(834,264) \times (23561,194) - 8 \times (1938337,519)}{8 \times (115603,032) - (834,264) \times (834,264)}$$

$$= 18,134$$

- Ishiguro

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

$$= \frac{(3929,015) \times (115603,032) - (420540,481) \times (834,264)}{8 \times (115603,032) - (834,264) \times (834,264)} = 451,712$$

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

$$= \frac{(834,264) \times (3929,015) - 8 \times (420540,481)}{8 \times (115603,032) - (3929,015) \times (3929,015)}$$

$$= -0.378$$

- Sherman

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

$$= \frac{(15,602) \times (19,036) - (22,250) \times (11,840)}{8 \times (19,036) - (11,840) \times (11,840)} = 2.771$$

$$a = 10^{\text{Log } a}$$

$$= 10^{\text{Log } 2,771} = 590,159$$

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

$$= \frac{(15,602) \times (11,840) - 8 \times (22,250)}{8 \times (19,036) - (11,840) \times (11,840)} = 0,555$$

1. Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Talbot*

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

Tabel 4. 26 Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Talbot*

No	Durasi (menit)	Periode Ulang (mm/menit)					
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	5	209,053	323,087	419,408	540,289	682,768	814,081
2	10	171,899	265,668	344,871	444,268	561,426	669,402
3	20	126,822	196,001	254,434	327,766	414,201	493,862
4	30	100,474	155,281	201,574	259,672	328,149	391,261
5	40	83,191	128,570	166,900	215,004	271,702	323,957
6	60	61,896	95,660	124,179	159,969	202,154	241,034
7	80	49,282	76,164	98,871	127,367	160,955	191,910
8	120	35,011	54,109	70,240	90,485	114,346	136,338

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Dimana :

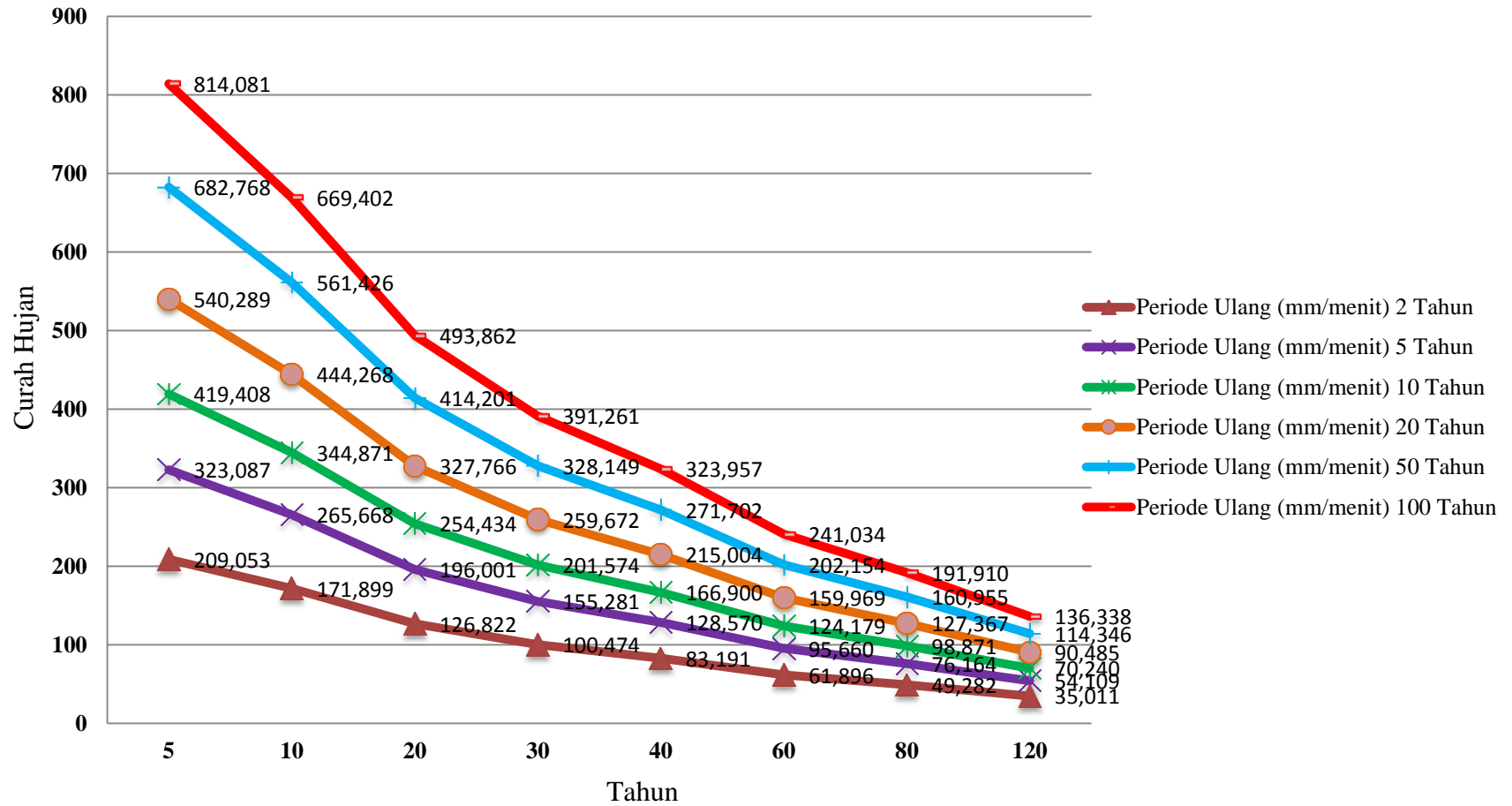
$$I = \frac{a}{t+b}$$

$$= \frac{4836,213}{5+18,134} = 209,053$$

Keterangan :

a dan b = dari perhitungan pada tabel 4.25

t = durasi (menit)



Gambar 4. 6 Grafik Intensitas Durasi Metode Talbot
 Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

2. Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Ishiguro*

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

Tabel 4. 27 Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Ishiguro*

No	Durasi (menit)	Periode Ulang (mm/menit)					
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	5	243,103	375,712	487,722	628,293	793,978	946,680
2	10	162,234	250,730	325,480	419,289	529,859	631,765
3	20	110,330	170,514	221,349	285,145	360,340	429,643
4	30	88,584	136,905	177,720	228,942	289,316	344,958
5	40	75,961	117,397	152,396	196,320	248,091	295,805
6	60	61,307	94,749	122,997	158,446	200,230	238,739
7	80	52,731	81,495	105,791	136,282	172,221	205,343
8	120	42,709	66,006	85,684	110,380	139,488	166,315

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Dimana :

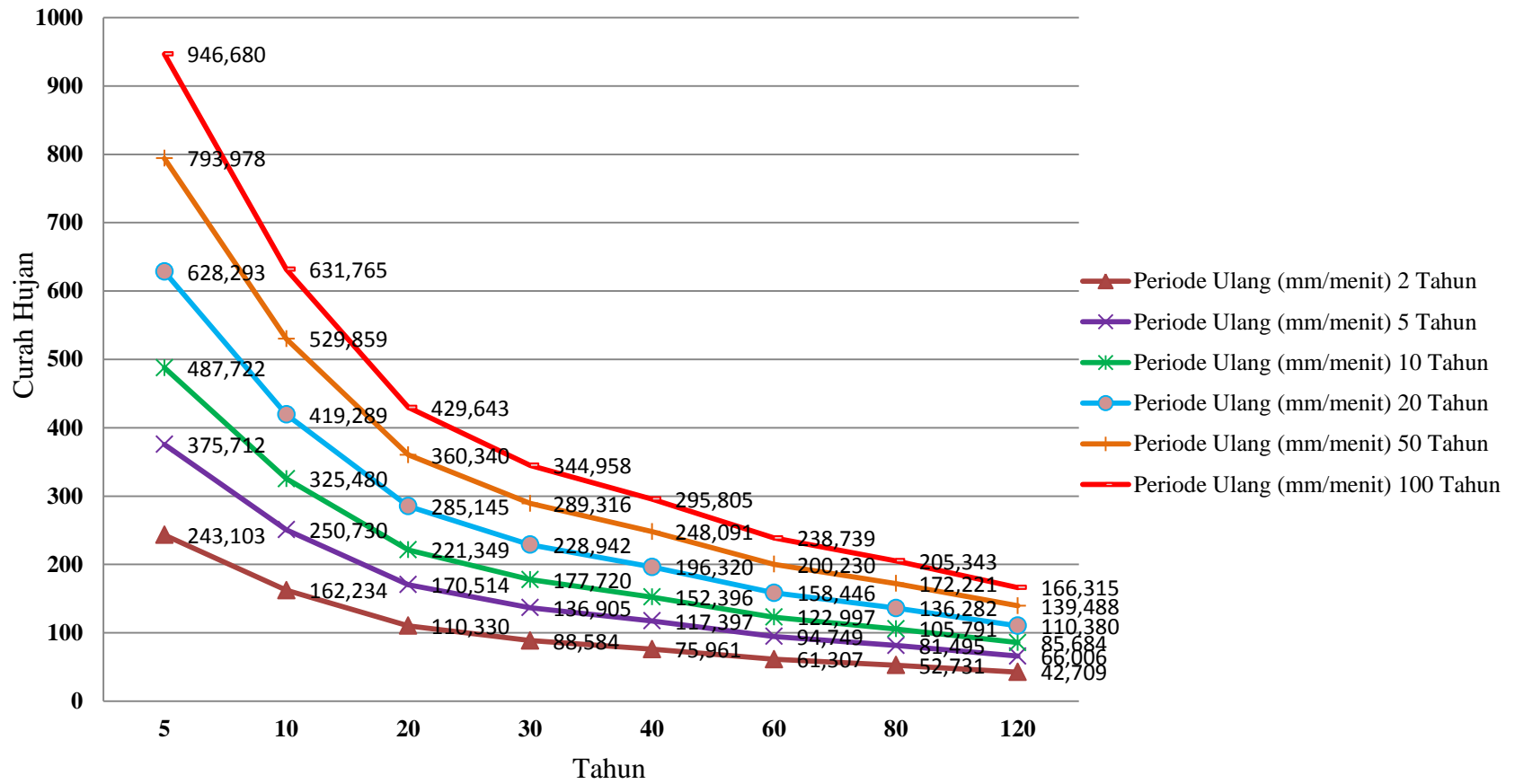
$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}}$$

$$= \frac{451.712}{\sqrt{5+ -0.378}} = 243.103$$

Keterangan :

dan b = dari perhitungan pada tabel 4.25

t = durasi (menit)



Gambar 4. 7 Grafik Intensitas Durasi Metode Ishiguro

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

3. Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Sherman*

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

Tabel 4. 28 Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Sherman*

No	Durasi (menit)	Periode Ulang (mm/menit)					
		2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
1	5	241,730	373,590	484,968	624,744	789,494	941,334
2	10	164,583	254,360	330,192	425,359	537,530	640,911
3	20	112,057	173,182	224,812	289,607	365,979	436,366
4	30	89,491	138,307	179,541	231,287	292,280	348,493
5	40	76,294	117,911	153,064	197,180	249,178	297,101
6	60	60,930	94,167	122,241	157,473	199,000	237,272
7	80	51,945	80,280	104,214	134,251	169,654	202,282
8	120	41,485	64,114	83,228	107,216	135,490	161,548

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Dimana :

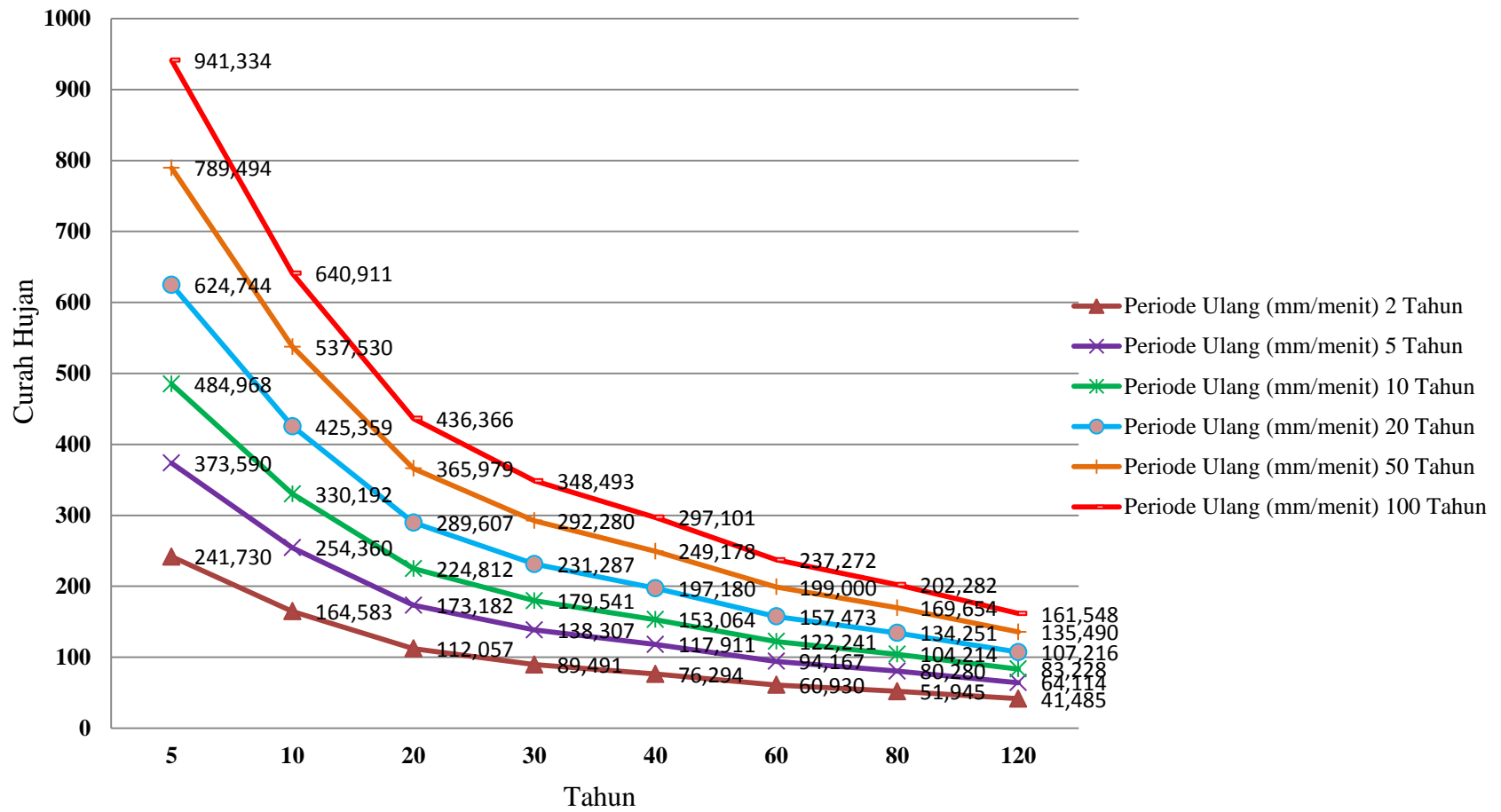
$$I = \frac{a}{t^n}$$

$$= \frac{588.535}{5^{0.555}} = 241.065$$

Keterangan :

a = dari perhitungan pada tabel 4.25

t = durasi (menit)



Gambar 4. 8 Grafik Intensitas Durasi Metode Sherman

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

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

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (2 Tahun)	<i>Talbot</i>		<i>Ishiguro</i>		<i>Sherman</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	$4 = (2-3)^2$	<i>5</i>	$6 = (2-5)^2$	<i>7</i>	$8 = (2-7)^2$
1	5	225,109	209,053	257,826	243,103	323,780	241,730	276,257
2	10	168,480	171,899	11,692	162,234	39,009	164,583	15,188
3	20	117,493	126,822	87,015	110,330	51,310	112,057	29,557
4	30	93,194	100,474	53,003	88,584	21,252	89,491	13,707
5	40	78,519	83,191	21,823	75,961	6,543	76,294	4,951
6	60	61,185	61,896	0,506	61,307	0,015	60,930	0,065
7	80	51,017	49,282	3,009	52,731	2,940	51,945	0,862
8	120	39,266	35,011	18,109	42,709	11,851	41,485	4,921
Jumlah				452,984		456,699		345,507
Standar Deviasi				7,458		7,489		6,495

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.14 Talbot(3) = didapat dari tabel 4.25

Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.26 Sherman(7) = didapat dari tabel 4.27

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

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (2 Tahun)	<i>Talbot</i>		<i>Ishiguro</i>		<i>Sherman</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	$4 = (2-3)^2$	<i>5</i>	$6 = (2-5)^2$	<i>7</i>	$8 = (2-7)^2$
1	5	347,903	323,087	615,822	375,712	773,353	373,590	659,844
2	10	260,383	265,668	27,926	250,730	93,173	254,360	36,276
3	20	181,584	196,001	207,837	170,514	122,554	173,182	70,597
4	30	144,029	155,281	126,600	136,905	50,760	138,307	32,740
5	40	121,350	128,570	52,124	117,397	15,628	117,911	11,825
6	60	94,560	95,660	1,209	94,749	0,036	94,167	0,155
7	80	78,845	76,164	7,188	81,495	7,022	80,280	2,060
8	120	60,686	54,109	43,253	66,006	28,307	64,114	11,753
Jumlah				1081,960		1090,833		825,250
Standar Deviasi				11,586		11,634		10,107

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.14 Talbot(3) = didapat dari tabel 4.25

Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.26 Sherman(7) = didapat dari tabel 4.27

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

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (2 Tahun)	Talbot		Ishiguro		Sherman	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	$4 = (2-3)^2$	<i>5</i>	$6 = (2-5)^2$	<i>7</i>	$8 = (2-7)^2$
1	5	451,622	419,408	1037,743	487,722	1303,205	484,968	1111,928
2	10	338,011	344,871	47,060	325,480	157,009	330,192	61,130
3	20	235,719	254,434	350,234	221,349	206,521	224,812	118,965
4	30	186,968	201,574	213,337	177,720	85,537	179,541	55,171
5	40	157,528	166,900	87,836	152,396	26,335	153,064	19,927
6	60	122,751	124,179	2,038	122,997	0,060	122,241	0,260
7	80	102,351	98,871	12,113	105,791	11,834	104,214	3,471
8	120	78,778	70,240	72,888	85,684	47,701	83,228	19,805
Jumlah				1823,250		1838,202		1390,658
Standar Deviasi				15,063		15,125		13,147

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.14 Talbot(3) = didapat dari tabel 4.25

Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.26 Sherman(7) = didapat dari tabel 4.27

Tabel 4. 32 Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 25 Tahun

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (2 Tahun)	<i>Talbot</i>		<i>Ishiguro</i>		<i>Sherman</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	$4 = (2-3)^2$	<i>5</i>	$6 = (2-5)^2$	<i>7</i>	$8 = (2-7)^2$
1	5	581,788	540,289	1722,140	628,293	2162,676	624,744	1845,250
2	10	435,431	444,268	78,096	419,289	260,557	425,359	101,445
3	20	303,658	327,766	581,216	285,145	342,722	289,607	197,424
4	30	240,856	259,672	354,035	228,942	141,949	231,287	91,557
5	40	202,931	215,004	145,765	196,320	43,703	197,180	33,069
6	60	158,130	159,969	3,382	158,446	0,100	157,473	0,432
7	80	131,851	127,367	20,102	136,282	19,638	134,251	5,761
8	120	101,483	90,485	120,958	110,380	79,160	107,216	32,867
Jumlah				3025,693		3050,506		2307,805
Standar Deviasi				19,422		19,502		16,955

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.14 Talbot(3) = didapat dari tabel 4.25

Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.26 Sherman(7) = didapat dari tabel 4.27

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

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (2 Tahun)	<i>Talbot</i>		<i>Ishiguro</i>		<i>Sherman</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	$4 = (2-3)^2$	<i>5</i>	$6 = (2-5)^2$	<i>7</i>	$8 = (2-7)^2$
1	5	735,210	682,768	2750,186	793,978	3453,704	789,494	2946,788
2	10	550,258	561,426	124,716	529,859	416,099	537,530	162,004
3	20	383,735	414,201	928,177	360,340	547,313	365,979	315,277
4	30	304,372	328,149	565,379	289,316	226,687	292,280	146,213
5	40	256,445	271,702	232,781	248,091	69,791	249,178	52,810
6	60	199,830	202,154	5,401	200,230	0,160	199,000	0,690
7	80	166,621	160,955	32,102	172,221	31,362	169,654	9,200
8	120	128,245	114,346	193,164	139,488	126,416	135,490	52,487
Jumlah				4831,906		4871,531		3685,469
Standar Deviasi				24,556		24,656		21,440

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.14 Talbot(3) = didapat dari tabel 4.25

Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.26 Sherman(7) = didapat dari tabel 4.27

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

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (2 Tahun)	<i>Talbot</i>		<i>Ishiguro</i>		<i>Sherman</i>	
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	$4 = (2-3)^2$	<i>5</i>	$6 = (2-5)^2$	<i>7</i>	$8 = (2-7)^2$
1	5	876,610	814,081	3909,774	946,680	4909,922	941,334	4189,270
2	10	656,087	669,402	177,302	631,765	591,543	640,911	230,311
3	20	457,537	493,862	1319,533	429,643	778,081	436,366	448,211
4	30	362,910	391,261	803,765	344,958	322,267	348,493	207,863
5	40	305,766	323,957	330,930	295,805	99,218	297,101	75,077
6	60	238,263	241,034	7,679	238,739	0,227	237,272	0,981
7	80	198,666	191,910	45,637	205,343	44,585	202,282	13,078
8	120	152,910	136,338	274,610	166,315	179,717	161,548	74,617
Jumlah				10128,478		6925,561		5239,408
Standar Deviasi				35,568		29,406		25,572

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.14 Talbot(3) = didapat dari tabel 4.25

Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.26 Sherman(7) = didapat dari tabel 4.27

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

No	Periode Ulang (Tahun)	<i>Metode Talbot</i>	<i>Metode Ishiguro</i>	<i>Metode Sherman</i>
1	2	7,458	7,489	6,495
2	5	11,586	11,634	10,107
3	10	15,063	15,125	13,147
4	20	19,422	19,502	16,955
5	50	24,556	24,656	21,440
6	100	35,568	29,406	25,572

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

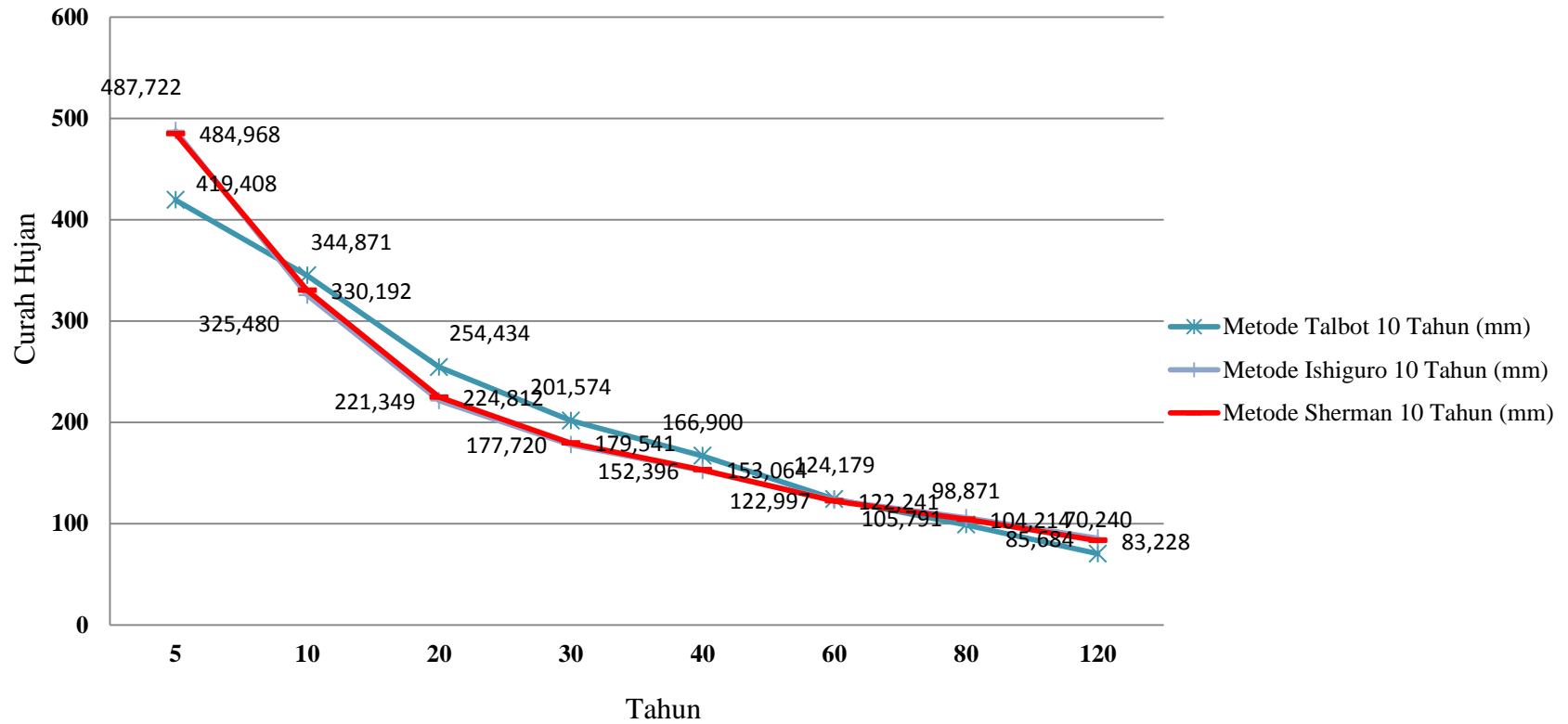
Catatan :

Dari analisis data tersebut diatas dapat dipilih rumus sebagai persamaan regresi intensitas hujan rencana adalah rumus yang mempunyai standard deviasi terkecil. Mengacu pada tabel 4.32, dapat disimpulkan bahwa rumus yang sesuai untuk menentukan *Kurve IDF* dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun adalah rumus dari **Metode Sherman**.

Tabel 4. 36 Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Durasi Tiga Metode

No	Durasi (menit)	<i>Metode Talbot</i> 10 Tahun (mm)	<i>Metode Ishiguro</i> 10 Tahun (mm)	<i>Metode Sherman</i> 10 Tahun (mm)
1	5	419,408	487,722	484,968
2	10	344,871	325,480	330,192
3	20	254,434	221,349	224,812
4	30	201,574	177,720	179,541
5	40	166,900	152,396	153,064
6	60	124,179	122,997	122,241
7	80	98,871	105,791	104,214
8	120	70,240	85,684	83,228

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022



Gambar 4. 9 Grafik Intensitas Durasi Tiga Metode

Sumber : Perhitungan Tugas Akhir 2022

4.5 Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran

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

Tabel 4. 37 Kemiringan Saluran dan Kecepatan Aliran

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

Sumber : Wesli, 2008

Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (S_o) untuk Saluran.

ketinggian didapat yang tertinggi 25 meter dan terendah 23 meter, maka :

$$V = \text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah} = 25 - 23 = 2 \text{ meter}$$

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

Dengan panjang sungai exciting = 134 meter,

$$S_o = \frac{25-23}{134} = 0,014 \text{ m}$$

4.7 Mencari Koefisien Pengaliran (C)

Berdasarkan hasil survey di lokasi, maka dapat disimpulkan bahwa perumahan atau pemukiman yang ada di sekitar Sungai Kenali Besar, Kelurahan Bagan Pete, Kecamatan Alam Barajo Kota Jambi termasuk perumahan rapat. Maka untuk besarnya nilai koefisien pengaliran (C) diambil sesuai zona, disini penulis mengambil nilai sebesar 0,75. Koefisien pengaliran tersebut didapat dari tabel 4.37.

Tabel 4. 38 Koefisien Pengaliran (C)

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

Sumber : Wesli, 2008

Perhitungan :

$$\frac{0,70 + 0,80}{2} = \frac{1,50}{2} = 0,75$$

4.6.1 Perhitungan waktu Konsentrasi

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

$$\begin{aligned} T_o &= \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{L_o}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,77} \\ &= \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{13.79}{\sqrt{0,014}} \right)^{0,77} = 0,0127 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_d &= \frac{L_t}{3600 \times V} \\ &= \frac{134}{3600 \times 0,90} = 0,0414 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_c &= T_o + T_d \\ &= 0,0127 + 0,0414 = 0,426 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$C_s = \frac{2 T_c}{2.T_c+T_d} = \frac{2 (0,426)}{2 (0,426)+0,0414} = 0,673$$

$$X_t = 124,179$$

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{T_c}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{124,179}{24} \times \left(\frac{24}{0,073}\right)^{\frac{2}{3}} = 246,469 \text{ mm/jam}$$

4.7 Tangkapan Air Hujan

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

$$- Q_e = 154,242 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$- C = 0,75$$

$$- I = 246,469 \text{ mm/jam}$$

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

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

$$145,242 \text{ m}^3/\text{detik} = 0,450 \times 246,469 \text{ mm/jam} \times A$$

$$145,242 \text{ m}^3/\text{detik} = 110,911 \text{ mm/jam} \times A$$

$$A \times 110,911 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} = 145,242 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}}$$

$$A = \frac{154,242}{0,450} \times \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \times \frac{\text{jam}}{\text{mm}}$$

$$A = 1,391 \times \frac{\text{m}^3}{\text{det}} \times \frac{3600 \text{ det}}{0,001 \text{ m}}$$

$$A = 1,391 \times 1 \text{ m}^2 \times 3600000$$

$$A = 5006455,173 \text{ m}^2$$

$$A = 0,501 \text{ km}^2$$

Maka hasil perhitungan didapat luas Catchmen Area sebesar 0, 501 km²

4.8 Perhitungan Debit Rencana

Adapun rumus untuk menghitung debit rencana Metode Rasional dari hasil perhitungan diatas untuk debit banjir rencana (Qrencana) periode ulang 10 tahun .

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

$$Q_T = 0,278 \times C \cdot C_s \cdot I \cdot A$$

$$= 0,278 \times 0,75 \times 0,673 \times 246,469 \times 0,501 = 17,326 \text{ m}^3/\text{det}$$

Keterangan :

Q_T = Debit Rencana (m³/detik)

C = Koefisien Pengaliran

C_s = Koefisien tampungan

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

A = Luas Daerah Pengaliran (km²)

4.8.1 Nilai Koefisien Manning

Nilai koefisien *Manning* didapatkan berdasarkan pada perhitungan dan diambil nilai koefisien manning adalah 0,013 karena bahan saluran adalah Saluran Beton.

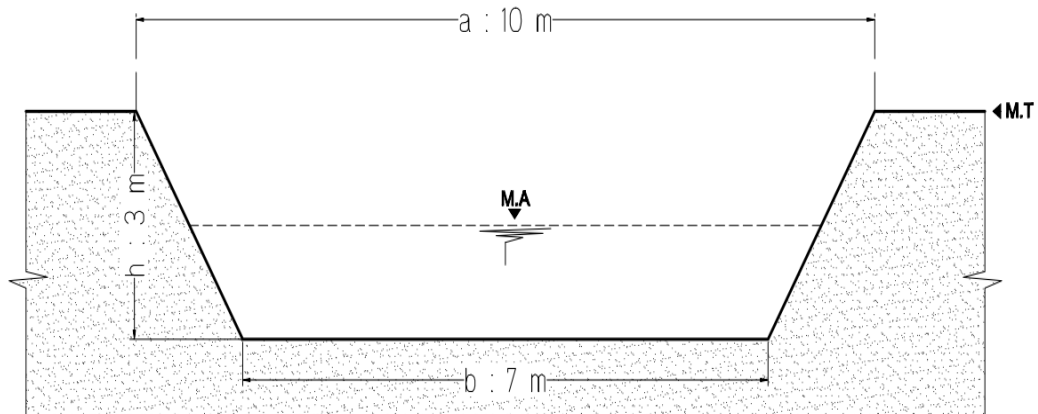
Tabel 4. 39 Koefisien Manning

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

Sumber : Wesli, 2008

4.9 Analisa Kapasitas Penampang Sungai

4.9.1 Penampang Trapesium



Gambar 4. 10 Penampang Trapesium

Sumber : Data Olahan, 2022

- a). Luas Penampang (A) $= (b + m \cdot h) \cdot h$
 $= (7 + 1,5 \times 3) \times 3 = 34,5 \text{ m}^2$
- b). Keliling Basah (P) $= b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{m^2 + 1}$
 $= 7 + 2 \times 3 \sqrt{1,5^2 + 1} = 17,816 \text{ m}$

$$\text{c). Jari-jari Hidrolis (R)} = \frac{A}{P} = \frac{34,5}{17,816} = 1,936 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{d). Kemiringan (So)} &= \frac{\text{kontur tertinggi-kontur terendah}}{\text{jarak}} \\ &= \frac{2,5-2,3}{134} = 0,0014 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e). Kecepatan Aliran (v)} &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,013} \times 1,936^{2/3} \times 0,0014^{1/2} = 4,4708 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

$$\text{f). Kecepatan Aliran (v) Existing : } t_1 : 14,02 + t_2 : 14,04 + t_3 : 14,04 = 14,03$$

$$V = \frac{L}{t}$$

$$V = \frac{10}{14,03} = 0,71276 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned} \text{g). Debit Saluran (Qsaluran)} &= A \times V && \leq && Q_r \\ &= 34,5 \times 4,4708 && \leq && 17,326 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 154,242 \text{ m}^3/\text{detik} && \leq && 17,326 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan *check* debit kontrol didapat Debit Saluran (Qs) = 154,242 m³/detik lebih besar dari Debit Rencana (Qr) = 17,326 m³/detik maka aman.

4.10 Analisa Kapasitas Penampang Sungai menggunakan HEC-RAS

4.10.1 Pembuatan file project

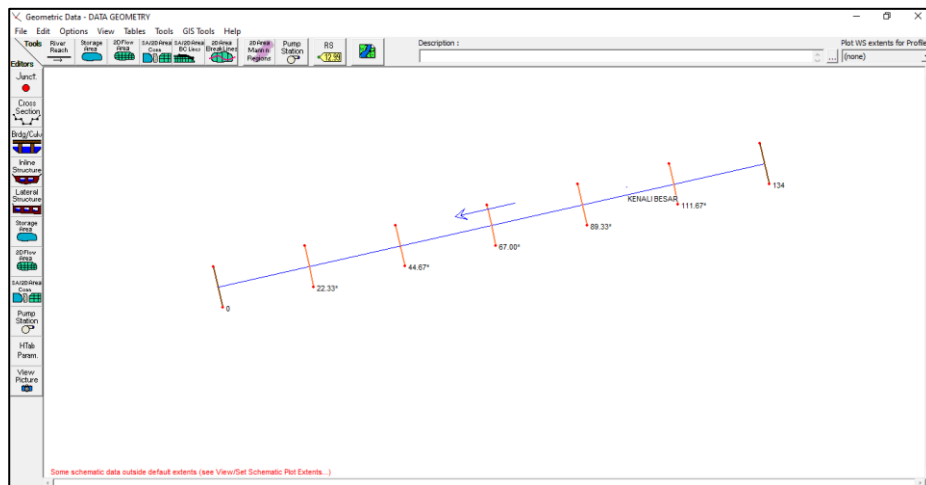
Untuk membuat file project yaitu klik *menu file* → *new project*, tulis judul proyek kemudian tekan OK.

4.10.2 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 haru di buat dari hulu ke hilir.



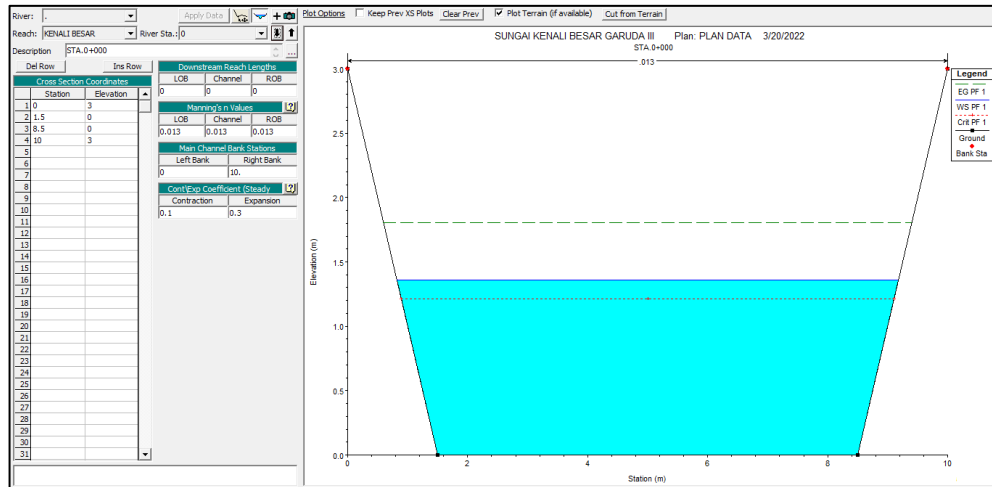
Gambar 4. 11 Skema saluran sungai

Sumber : Data Olahan, 2022

b. Tampang lintang

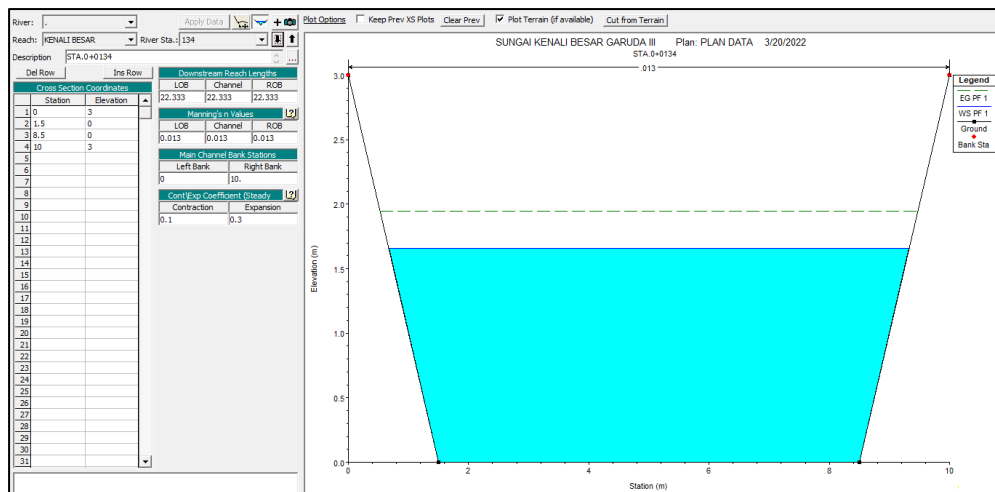
Selanjutnya adalah penulisan data tampang lintang. Dengan cara klik *Cross Section*, kemudian klik *Option* → *Add a new cross section* tulis nilai STA 0 lalu klik OK. Kemudian masukan nilai yang tertera seperti pada gambar.

masukan data tampang lintang untuk STA 0+00 dan STA 0+134.



Gambar 4. 12 Layar editor tampang lintang setelah diberi nilai untuk STA 0+000

Sumber : Data Olahan, 2022



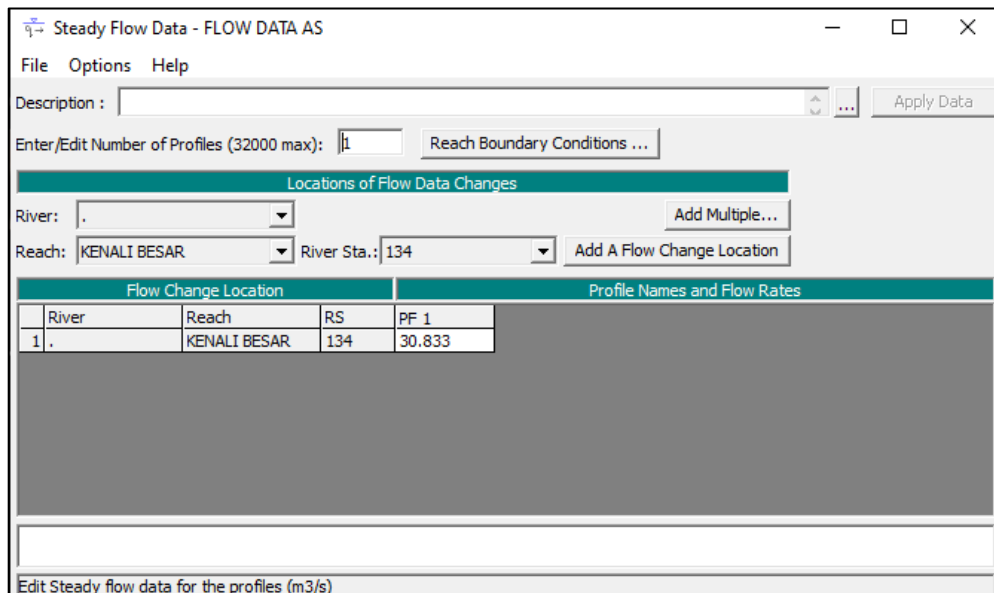
Gambar 4. 13 Layar editor tampang lintang setelah diberi nilai untuk STA 0+134

Sumber : Data Olahan, 2022

4.10.3 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 30,833 m³/detik

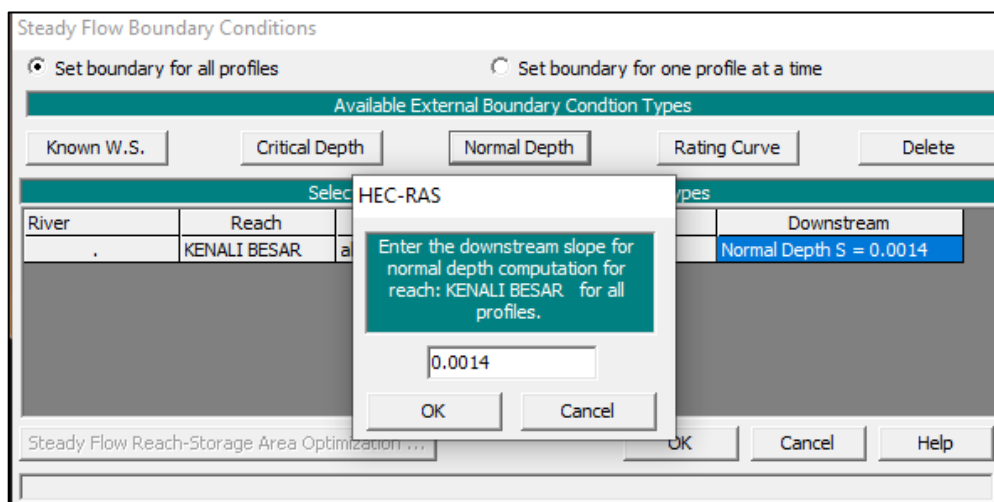


Gambar 4. 14 Penginputan nilai debit

Sumber : Data Olahan, 2022

b. Input nilai kemiringan

Menginput nilai kemiringan yang sudah dihitung pada kolom *Downstream* yaitu 0,0014, klik *Reach Boundary Conditions* kemudian pilih *Normal Depth* lalu klik *Apply Data*.

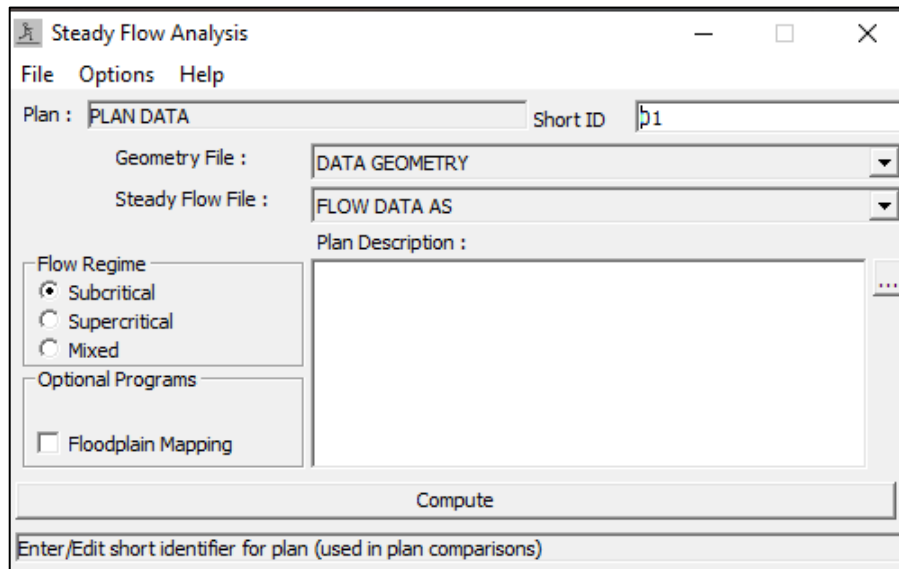


Gambar 4. 15 Penginputan nilai kemiringan

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*.



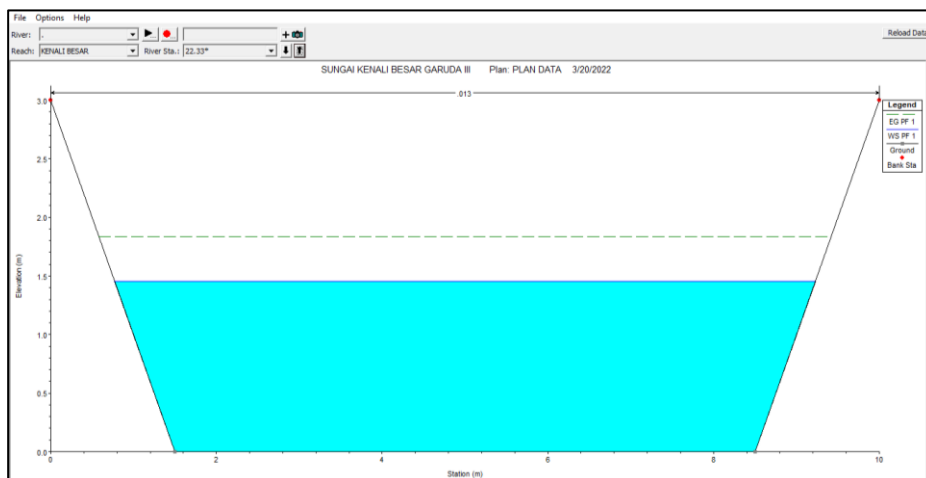
Gambar 4. 16 Hitungan Aliran Permanen

Sumber : Data Olahan, 2022

4.10.4 Presentasi Hasil Hitungan di Sebuah Tampang Lintang

Pilih menu *View* → *Cross Section*

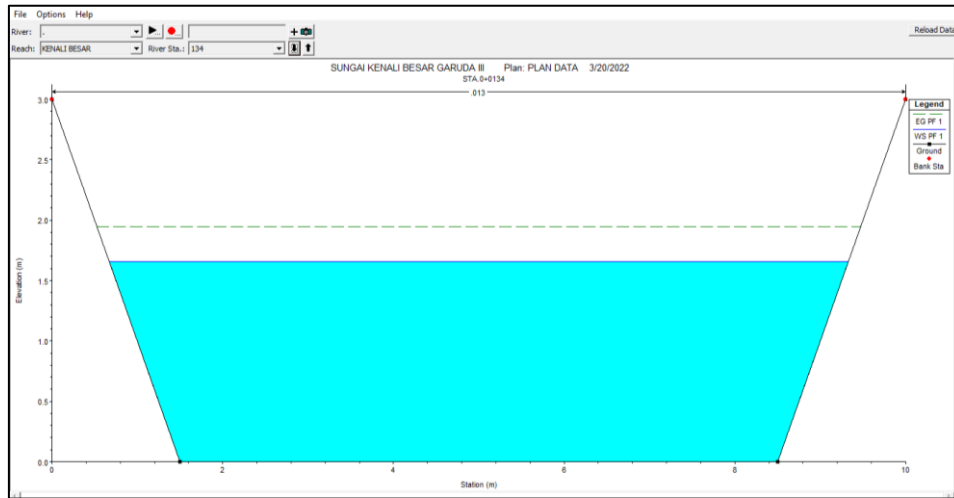
a. Presentasi Hasil Hitungan untuk STA 0+000



Gambar 4. 17 Tampilan Cross Section STA 0+000

Sumber : Data Olahan, 2022

b. Presentasi Hasil Hitungan untuk STA 0+134

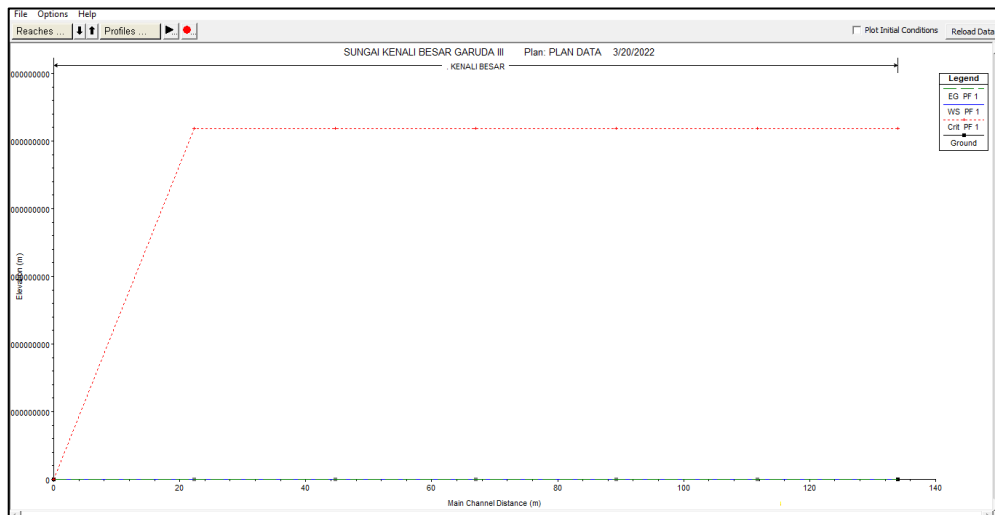


Gambar 4. 18 Tampilan Cross Section STA 0+134

Sumber : Data Olahan, 2022

4.10.5 Presentasi Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Sungai

Pilih menu *View* → *Water Surface Profiles*

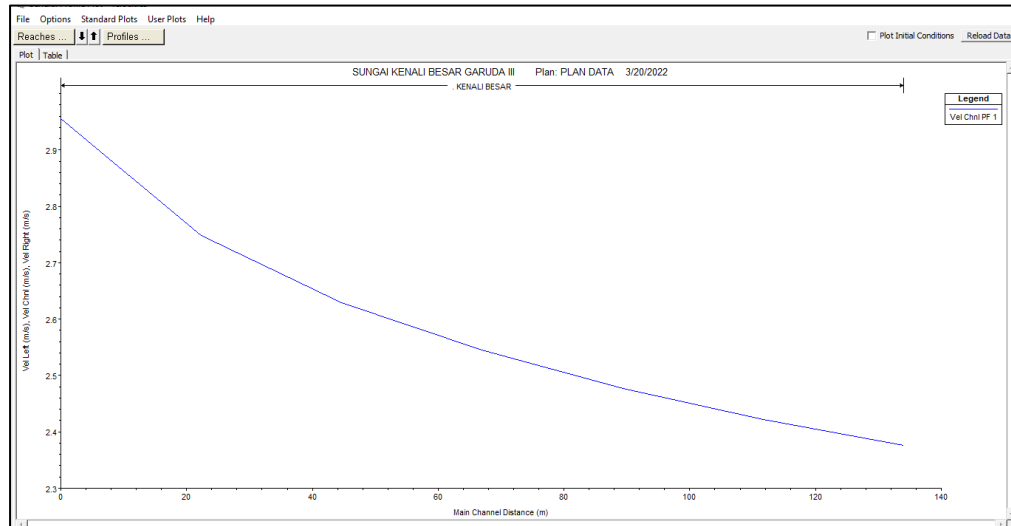


Gambar 4. 19 Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Sungai

Sumber : Data Olahan, 2022

4.10.6 Presentasi Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur

Klik View → *General Profile Plot*



Gambar 4. 20 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.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari uraian pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun (2012-2021) maka didapat Intensitas curah hujan dengan durasi 60 menit sebesar = $124,179 \text{ mm/jam}$.
2. Debit banjir Sungai Kenali Besar dengan kala ulang 10 tahun sebesar = $17,326 \text{ m}^3/\text{detik}$.
3. Kondisi eksisting sungai kenali besar yang telah di lakukan pelebaran dengan debit periode 10 tahun mampu menampung debit yang direncanakan sehingga tidak perlu mendesain ulang saluran.

5.2 Saran

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

1. Untuk menghindari terjadinya banjir kepada masyarakat Kelurahan Kenali Besar dan pemerintah, khususnya yang tinggal di bantaran sungai untuk merawat dan menjaga sungai tersebut, salah satunya dengan tidak membuang sampah ke sungai dan pemerintah menyediakan tempat pembuangan sampah agar air yang mengalir tidak mengalami hambatan.

2. Kepada instansi yang terkait perlu adanya perhatian dan kerja sama dengan masyarakat sekitar dalam pemeliharaan sungai agar sungai dapat berkerja sebagaimana mestinya, yaitu dapat berupa pemeliharaan rutin berupa gotong royong dalam membersihkan sungai.

DAFTAR PUSTAKA

- Assagaf, E.F., Ekki F.T. Suseno Darsono, Hari Nugroho. 2017. Perencanaan Pebaikan Sungai Tirto Grobong Jawa Tengah. *Jurnal Karya Teknik Sipil* 7(1):100-104.
- Astuti, A,F., Hadi Sudarsono. 2018. Analisis Penanggulangan Banjir Sungai Kanci. *Jurnal Konstruksi* 7(3):163-166.
- Badan Standar Nasional. 2016. SNI 2415-2016 Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana. Jakarta: Departemen Pekerjaan.
- Kodoatie, Robert J. 2013. *Rekayasa dan Manajamen Banjir Kota*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Loebis, Joesron. dkk. 1993. *Hidrologi Sungai*. Jakarta: PU
- Mori, Kiyotoka. *Manual on Hydrology*. Terjemahan oleh Taulu, L.; editor oleh
- Safitri, A.R., Alfiansyah.D, Suharyanto, Rudi Y.A. 2017. Kajian Penanganan Banjir Sungai Tuntang Di Desa Pulosari Kabupaten Demak. *Jurnal Karya Sipil* 6(4):345-348.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, Suyono & Takeda, Kensaku. 2003. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Sosrodarsono, Suyono & Tominaga, Masateru. 1994. *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.

- Triatmodjo, Bambang. 2008. Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wigati, R., Sudarsono, Intan D.R. 2016. Analisis Banjir Menggunakan Software Hec-Ras 4.1 Studi Kasus Sub Das Cisimeut Hilir Hm 0+00 Sampai Dengan Hm 69+00. Jurnal Fondasi Volume 5(1):13-16.
- Zainuri, E., Heri Suprijanto, Dian Sisinggih. 2021. Studi Perencanaan Dinding Penahan Sebagai Upaya Pengendalian Banjir Sungai Meduri Kabupaten Pekalongan Jawa Tengah. Jurnal Teknik Pengairan 12(1):2-7.