

TUGAS AKHIR
EVALUASI DEBIT BANJIR RENCANA PADA SUNGAI ASAM
KECAMATAN JELUTUNG KOTA JAMBI

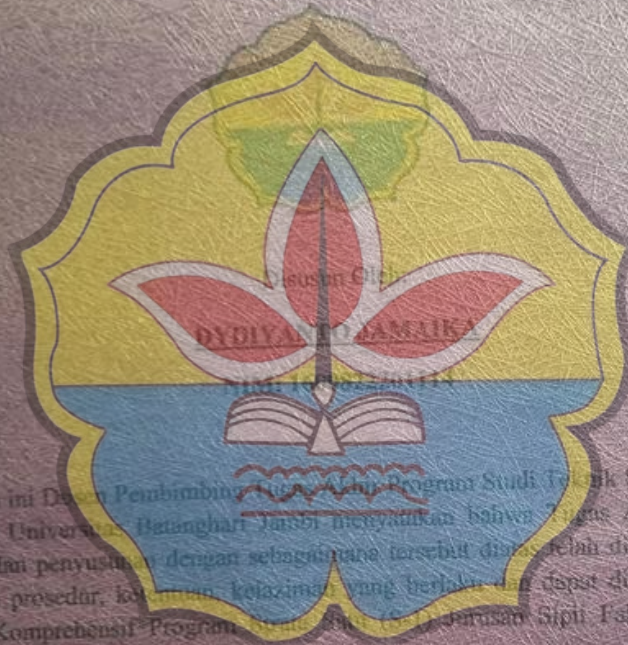


DYDIYANTO JAMAICA

NPM : 1600822201114

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BATANGHARI
2023

HALAMAN PERSETUJUAN
EVALUASI DEBIT BANJIR RENCANA PADA SUNGAI ASAM
KECAMATAN JELUTUNG, KOTA JAMBI



Dengan ini Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II 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 Komprehensif Program Studi Teknik Sipil Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Jambi, Februari 2021

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. H. Azwarman, MT

Susiana, ST, MT

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI DEBIT BANJIR BENCANA PADA SUNGAI ASAM KECAMATAN JELETUNG, KOTA JAMBI

Tugas Akhir ini telah diperbahaskan 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

Nama : Dwi Prasno Jaimah
NPM : 16008222011
Fakultas : Teknik
Jurusan : Wib s/d
Tempat : Rincin Sidang
Tahun : 2016
Jabatan :
Ketua : Dr. Ir. H. Anisori, M. Des, M. Eng
Sekretaris : Susiana, S. MT
Penguji Anggota : Rika Sabitri, S. MT
Penguji Anggota : Ir. Wari Dony, ST, MT
Penguji Anggota : Ir. H. Azwarman, MT
Disahkan Oleh:

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program studi Teknik Sipil

Dr. Ir. H. Fakhru(Rozi Yamah), ME

Elwira Hasyawati, ST, MT

MOTTO

“Pelajarilah olehmu akan ilmu, sebab mempelajari ilmu itu memberikan rasa takut Kepada Allah. Menuntutnya merupakan ibadah, mengulang-ulangnya merupakan tasbih, pembahasannya merupakan jihad, mengerjakannya kepada yang belum mengetahui merupakan sedekah dan menyerahkan kepada ahlinya merupakan pendekatan diri (kepada Allah)”.

(Hadist riwayat Ibnu Abdill Barr)

“Seseorang bertindak tanpa ilmu ibarat bepergian tanpa petunjuk. Dan sudah banyak yang tahu kalau orang seperti itu kiranya akan hancur bukan selamat”

(Hasan Al Bashri)

“Bukanlah ilmu yang semestinya mendatangimu, tetapi kamulah yang seharusnya mendatangi ilmu itu. “

(Imam Malik)

“ Karunia Allah yang paling lengkap adalah kehidupan yang di dasarkan pada ilmu pengetahuan. “

(Ali Bin Abi Thalib)

ABSTRAK

Banjir merupakan salah satu fenomena alam yang mengancam keberadaan hidup manusia di beberapa wilayah di Indonesia setiap musim penghujan. Setiap tahun Kota Jambi umumnya mengalami banjir terutama di daerah masyarakat yang bermukim di sepanjang bantaran sungai. Hal ini disebabkan berkurangnya kapasitas penampang sungai sehingga dimensi sungai tidak mampu menampung debit yang ada dan menyebabkan Sungai Jelutung meluap.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian kapasitas saluran sungai. Kajian ini diupayakan sebagai pemecahan masalah genangan air sedalam akiabat hujan yang kerap terjadi di Kelurahan Jelutung, sehingga tidak merugikan kegiatan masyarakat sekitar.

Kajian dilakukan dengan melakukan observasi lapangan, studi kepustakaan, serta mengikuti pedoman terkait pedoman perhitungan debit banjir rencana dari Departemen Pekerjaan Umum dan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Salah satu cara untuk mengatasi genangan yang terjadi dapat dilakukan dengan memperlebar dimensi saluran sungai.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Salawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarga-Nya, para sahabat-Nya hingga kepada umat-Nya hingga akhir zaman.

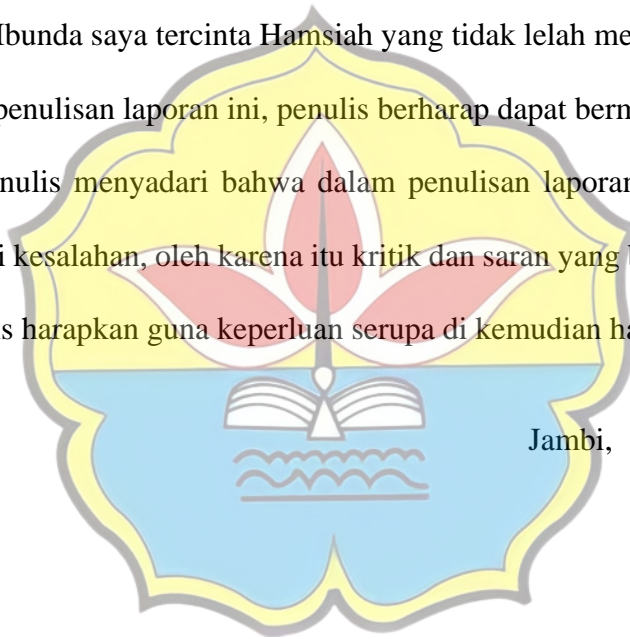
Penulisan Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menempuh jenjang strata satu pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi juga sebagai media tertulis mengenai hasil pengamatan kegiatan – kegiatan yang berlangsung di lapangan.

Dalam penyusunan laporan ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis dengan senang hati menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat :

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 Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi dan Dosen Pembimbing I
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.
8. Rekan-rekan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi
9. Kepada Ibunda saya tercinta Hamsiah yang tidak lelah mensupport saya.

Dari penulisan laporan ini, penulis berharap dapat bermanfaat untuk semua kalangan. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih terdapat banyak sekali kesalahan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan guna keperluan serupa di kemudian hari.



Jambi,

Februari 2023

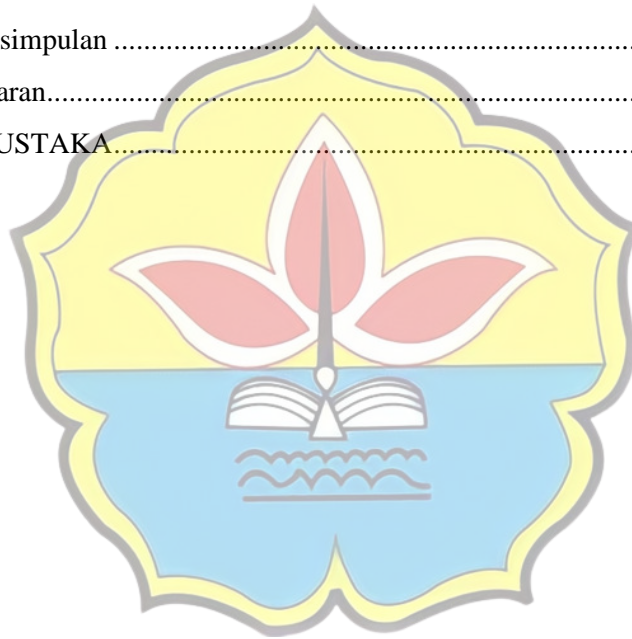
Dydiyanto Jamaika

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
M O T T O.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematis Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Banjir.....	7
2.1.1 Macam - Macam Banjir.....	7
2.1.2 Penyebab Terjadinya Banjir/Limpasan.....	9
2.1.3 Dampak yang di Timbulkan Banjir	11
2.1.4 Cara Penanggulangan dan Mengatasi Banjir	12
2.2 Sungai.....	14
2.2.1 Daerah Aliran Sungai	14
2.2.2 Debit Banjir Rencana	15
2.3 Analisis Curah Hujan	15
2.3.1 Metode Rata-rata Aljabar	16
2.3.2 Metode Poligon Thiessen	17
2.3.3 Metode Isohyet.....	18

2.4 Dstribusi Frekuensi Curah Hujan	19
2.4.1 Metode Distribusi Normal	20
2.4.2 Metode Distribusi Log Normal.....	21
2.4.3 Metode Distribusi Log-Pearson Type III	22
2.4.4 Metode Gumbel.....	23
2.5 Uji Kecocokan Dstribusi	25
2.5.1 Uji Chi-kuadrat.....	25
2.6 Koefisien Limpasan.....	26
2.7 Waktu Konsentrasi (tc).....	27
2.8 Intensitas Curah Hujan	28
2.9 Periode Ulang Hujan	30
2.10 Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	31
2.11 Persamaan Manning	31
2.12 Permodelan HEC-RAS	32
2.1.13 Kerangka Berpikir	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Lokasi Penelitian	35
3.2 Denah Lokasi Penelitian.....	36
3.3 Pengumpulan Data Penelitian.....	36
3.4 Prosedur Kerja Penelitian	38
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Deskripsi Data.....	39
4.2 Analisa Curah Hujan	39
4.2.1 Curah Hujan Bulanan Maksimum	39
4.3 Analisis Distribusi Curah Hujan.....	41
4.3.1 Penentuan Jenis Distribusi.....	42
4.3.1.1 Metode Distribusi Normal	42
4.3.1.2 Metode Distribusi Log Normal.....	45
4.3.1.3 Metode Distribusi Log Pearson Type III	48
4.3.1.4 Metode Distribusi Gumbel	51
4.4 Perhitungan Uji Kecocokan (Pengujian Distribusi)	58
4.4.1 Uji Chi-Kuadrat	58
4.5 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)	59

4.6 Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran	77
4.7 Mencari Koefisien Pengaliran (C)	78
4.7.1 Perhitungan waktu Konsentrasi.....	79
4.8 Perhitungan Debit Rencana	80
4.8.1 Nilai Koefisien <i>Manning</i>	80
4.9 Analisa Kapasitas Penampang Sungai	81
4.9.1 Penampang Trapesium.....	81
4.10 Perhitungan Rencana Dimensi Saluran Penampang Sungai.....	85
4.10.1 Penampang Trapesium.....	85
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	89
5.1 kesimpulan	89
5.2 Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA.....	90



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sketsa dtasiun curah hujan rata-rata aljabar	17
Gambar 2.2 Metode Poligon Thiessen	18
Gambar 2.3 Metode Isohyet.....	19
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	36
Gambar 3.2 Denah lokasi penelitian	36
Gambar 3.3 Gambar <i>Flowchat</i> Tugas Penelitian	38
Gambar 4.1 Grafik Distribusi Normal	44
Gambar 4.2 Grafik Distribusi Log Normal	47
Gambar 4.3 Grafik Distribusi Log Pearson III	51
Gambar 4.4 Grafik Distribusi Gumbel.....	54
Gambar 4.5 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum (4 metode).....	56
Gambar 4.6 Grafik Intensitas Durasi Metode <i>Talbot</i>	68
Gambar 4.7 Grafik Intensitas Durasi Metode <i>Ishiguo</i>	69
Gambar 4.8 Grafik Intensitas Durasi Metode <i>Sherman</i>	71
Gambar 4.9 Grafik Intensitas Durasi Tiga Metode.....	76
Gambar 4.10 Penampang Trapesium	80
Gambar 4.11 Tampilan Cross Section STA 0.....	82
Gambar 4.12 Tampilan Cross Section STA 150.....	82
Gambar 4.13 Hasil hitungan Profil Muka Air di sepanjang Sungai	83

Gambar 4.14 Hasil hitungan Profil Variabel Aliran di sepanjang Alir.....	83
Gambar 4.15 Penampang Trapesium	84
Gambar 4.16 Tampilan Cross Section STA 0.....	85
Gambar 4.17 Tampilan Cross Section STA 150.....	86
Gambar 4.18 Hasil hitungan Profil Muka Air di sepanjang Sungai	86
Gambar 4.19 Hasil hitungan Profil Variabel Aliran di sepanjang Alir.....	87



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi Gauss	21
Tabel 2.2 <i>Reduced Mean</i> , Y_{nr} Sebagai Fungsi Periode Ulang	23
Tabel 2.3 <i>Reduced Variate</i> , Y_{Tr} Sebagai Fungsi Periode Ulang	24
Tabel 2.4 <i>Reduced Standard Deviation</i> , S_n Sebagai Fungsi Periode Ulang	24
Tabel 2.5 Koefisien Limpasan	27
Tabel 2.6 Periode Ulang Yang Disyaratkan	30
Tabel 2.7 Koefisien Manning	32
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Meteorologi Sultan Thaha Jambi	40
Tabel 4.2 Curah hujan rata-rata	40
Tabel 4.3 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal	42
Tabel 4.4 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Normal	44
Tabel 4.5 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal	45
Tabel 4.6 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal ...	47
Tabel 4.7 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Pearson III	48
Tabel 4/8 Nilai K hasil distribusi Log Pearson III	50
Tabel 4.9 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log- Person III	50

Tabel 4.10 Perhitungan Variable Disperse Distribusi Gumbel.....	51
Tabel 4.11 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel.....	53
Tabel 4.12 Hasil Analisis Frekuensi	55
Tabel 4.13 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum (4 Metode).....	55
Tabel 4.14 Perbandingan Hasil Dispersi.....	56
Tabel 4.15 Hasil Uji Distribusi	57
Tabel 4.16 Uji Chi-Kuadrat.....	59
Tabel 4.17 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2 Tahun	60
Tabel 4.18 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 5 Tahun	61
Tabel 4.19 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 10 Tahun ..	62
Tabel 4.20 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 25 Tahun ..	63
Tabel 4.21 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 50 Tahun ..	64
Tabel 4.22 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 100 Tahun.....	65
Tabel 4.23 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang Tiga Metode.....	66
Tabel 4.24 Perhitungan Intensitas Durasi Metode Talbot.....	67
Tabel 4.25 Perhitungan Intensitas Durasi Metode Ishiguro.....	69
Tabel 4.26 Perhitungan Intensitas Durasi Metode Sherman.....	70
Tabel 4.27 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i>	

Periode Ulang 2 Tahun.....	71
Tabel 4.28 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i>	
Periode Ulang 5 Tahun.....	72
Tabel 4.29 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i>	
Periode Ulang 10 Tahun.....	72
Tabel 4.30 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i>	
Periode Ulang 25 Tahun.....	73
Tabel 4.31 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i>	
Periode Ulang 50 Tahun.....	74
Tabel 4.32 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i>	
Periode Ulang 100 Tahun.....	74
Tabel 4.33 Rekapitulasi Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i> untuk Berbagai Periode Ulang (Tahun)	75
Tabel 4.34 Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Durasi Tiga Metode.....	75
Tabel 4.35 Kemiringan Saluran dan Kecepatan Aliran	76
Tabel 4.36 Koefisien Pengaliran (C).....	77
Tabel 4.37 Tabel 4.39 Koefisien <i>Manning</i>	79

DAFTAR NOTASI

R	= 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
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
$T_{0,3}$	= 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_s	= Debit saluran ($m^3/detik$)
Q_r	= Debit rencana ($m^3/detik$)
Q_{rr}	= Debit desain ($m^3/detik$)
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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jambi adalah sebuah provinsi di Indonesia yang terletak di pesisir timur di bagian tengah pulau Sumatra, Provinsi Jambi adalah nama Provinsi di Indonesia yang ibukotanya memiliki nama sama dengan Provinsi, selain Bengkulu, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, dan Gorontalo.

Kota Jambi merupakan sebuah kota yang berada di pulau Sumatra, Indonesia dan sekaligus merupakan ibu kota dari Provinsi Jambi. Kota Jambi memiliki jumlah penduduk yang paling banyak di Provinsi Jambi dengan jumlah penduduk keseluruhan 417.507 jiwa dan menyebabkan pertumbuhan infrastruktur yang pesat karena kebutuhan fisik (lahan) untuk penduduk beraktifitas.

Kota Jambi memiliki kondisi wilayah 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.

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 satu fenomena alam yang mengancam keberadaan hidup manusia di beberapa wilayah di Indonesia setiap masuk musim penghujan yaitu banjir.

Banjir merupakan permasalahan umum yang sering terjadi disebagian wilayah Indonesia terutama daerah padat penduduk misalnya daerah perkotaan. Banjir merupakan masalah pokok yang terjadi ketika musim penghujan datang disertai sistem drainase yang buruk di wilayah itu sendiri. Kota Jambi memiliki catatan akan rawan banjirnya yang cukup parah. Bencana banjir hingga saat ini terus mengancam Kota Jambi. Dikarenakan sistem drainase yang kurang efektif, dan 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.

Sering terjadinya banjir, sangat menarik sekali untuk dikaji secara mendalam guna mencari solusi penanggulangannya. Ada beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kejadian banjir; yakni faktor hujan, faktor perubahan tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS) dan Faktor perencanaan pembangunan /pengendalian banjir di alur sungai. Faktor hujan yakni tingkat kekerasan, sebaran serta waktu turunnya merupakan faktor yang sifatnya makro dan external yang sulit untuk diadakan perubahan oleh rekayasa manusia. Faktor perubahan tata guna lahan di DAS juga dipahami sangat erat hubungannya dengan banjir, dimana semakin rusak suatu DAS karena penebangan/penggundulan hutan, pembangunan pemukiman besar-besaran, pembukaan areal untuk perkebunan dan lain-lain, maka

semakin meningkat intensitas banjir di DAS tersebut. Sedangkan faktor pembangunan / pengendalian banjir di alur sungai juga merupakan faktor yang sangat dominan, yang mana dalam upaya pencegahan terhadap bahaya banjir dan sedimentasi, serta mengendalikan dan mengusahakan agar alur sungai senantiasa dalam keadaan stabil.

Sungai Asam merupakan salah satu sungai yang melintasi kota Jambi. Sungai ini memiliki panjang sungai kurang lebih 10,68 km, dengan luas DAS nya mencapai 2.930 Ha. Sungai ini kerap menyebabkan banjir pada saat musim penghujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi selama kurang lebih 2 jam dengan disertai gerimis. Banjir yang terjadi akibat intensitas curah hujan yang tinggi membuat air sungai meluap. Luapan air sungai tersebut membuat kawasan daerah Lebak Bandung Khususnya di daerah RT 35 dan sekitarnya terendam banjir. Penyebab lain banjir dikawasan tersebut adalah pemukiman penduduk yang terletak di bantaran sungai.

1.2 Identifikasi Masalah

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

1. Berapa besar debit banjir sungai Asam ?

1.3 Rumusan Masalah

Adapun masalah yang dapat dirumuskan adalah

1. Bwrapa besar intensitas curah hujan pada Sungai Asam ?
2. Bagaimana hasil perhitungan debit banjir pada Sungai Asam Periode 10 Tahun ?

3. Apakah Dimensi Penampang Sungai Asam mampu menampung debit banjir yang terjadi ?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan kajian ini adalah :

1. Untuk mengetahui berapa besar intensitas curah hujan pada Sungai Asam.
2. Berapa besar debit banjir sungai Asam periode ulang 10 tahun.
3. Apakah dimensi Penampang Sungai Asam mampu menampung debit banjir.

1.5 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 penelitian dibatasi pada Sungai Asam di wilayah Lebak Bandung khususnya RT 35 dan sekitarnya, kecamatan Jelutung, Kota Jambi dengan adanya permasalahan genangan yang cukup tinggi akibat hujan yang terjadi pada wilayah tersebut.

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 Asam Jambi.
- 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.

1.6 Sistematis Penulisan

Pada sistematis 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

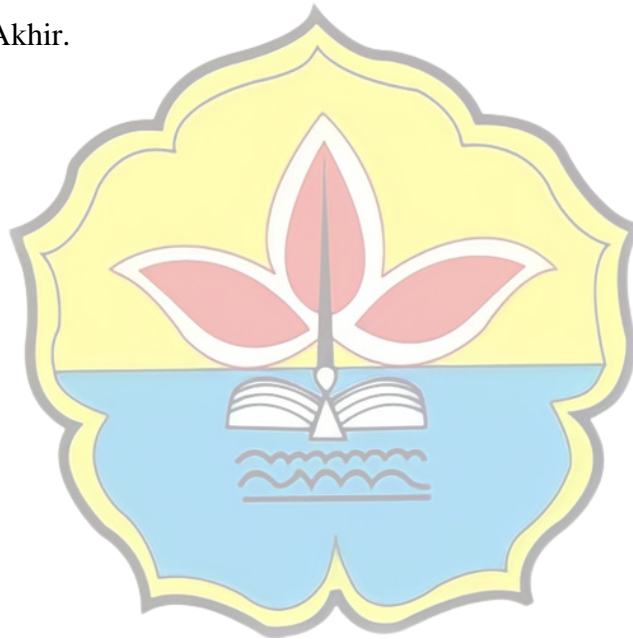
Bab ini membahas tentang tahapan, pengumpulan data, bahan penelitian, lokasi penelitian dan pengelolaan data yang dilakukan.

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 Banjir

Banjir merupakan fenomena alam yang biasa terjadi di suatu kawasan yang banyak dialiri oleh aliran sungai. Secara sederhana banjir dapat didefinisikan sebagai hadirnya air di suatu kawasan luas sehingga menutupi permukaan bumi kawasan tersebut.

Menurut (SK SNI M-18-1989-F, 1989), dijelaskan bahwa banjir adalah aliran yang relatif tinggi, dan tidak tertampung oleh alur sungai atau saluran. Aliran yang dimaksud disini adalah aliran air yang sumbernya bisa dari mana aja.

Banjir berasal dari aliran limpasan yang mengalir melalui sungai atau menjadi genangan. Sedangkan limpasan adalah aliran air mengalir pada permukaan tanah yang ditimbulkan oleh curah hujan setelah air mengalami infiltrasi dan evaporasi, selanjutnya mengalir menuju kesungai. (Hadisusanto, 2020 : 149).

2.1.1 Macam - Macam Banjir

Terdapat berbagai macam banjir yang disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya :

1) Banjir Air

Banjir air adalah banjir yang sudah umum. Penyebab banjir ini adalah meluapnya air sungai, danau, atau selokan sehingga air akan meluber lalu menggenangi daratan. Umumnya pemicu banjir ini disebabkan oleh hujan yang turun terus - menerus sehingga sungai atau danau tidak mampu lagi menampung air.

2) Banjir Cileunang

Jenis banjir yang satu ini hampir sama dengan banjir air. Namun banjir cileunang ini disebabkan oleh hujan yang sangat deras dengan debit air yang sangat banyak. Jika banjir air dapat terjadi dalam waktu yang cukup lama, maka banjir cileunang adalah banjir dadakan (langsung terjadi saat hujan tiba).

3) Banjir Bandang

Banjir seperti ini lebih berbahaya dari pada banjir air karena seseorang tidak akan mampu berenang ditengah - tengah banjir untuk menyelamatkan diri. Banjir bandang mampu menghanyutkan apapun, karena daya rusaknya sangat tinggi. Banjir ini biasa terjadi di area dekat pegunungan, dimana tanah pegunungan seolah longsor karena air hujan lalu ikut terbawa air ke daratan yang lebih rendah. Biasanya banjir bandang ini akan menghanyutkan sejumlah pohon - pohon hutan atau batu - batu berukuran besar. Material - material ini tentu dapat merusak permukiman warga yang berada di wilayah sekitar pegunungan.

4) Banjir Rob (Pasang Surut)

Banjir rob adalah banjir yang disebabkan oleh pasangny air laut.

5) Banjir Lahar Dingin

Salah satu dari macam - macam banjir adalah banjir lahar dingin. Banjir jenis ini biasanya hanya terjadi ketika erupsi gunung berapi. Erupsi ini kemudian mengeluarkan lahar dingin dari puncak gunung dan mengalir ke daratan yang ada di bawahnya. Lahar dingin ini mengakibatkan pendangkalan sungai, sehingga air sungai akan mudah meluap dan dapat meluber ke permukiman warga.

6) Banjir Lumpur

Banjir lumpur ini identik dengan peristiwa banjir lapindo di daerah sidoarjo. Banjir ini mirip banjir bandang, tetapi lebih disebabkan oleh keluarnya lumpur dari dalam bumi dan menggenangi daratan.

2.1.2 Penyebab Terjadinya Banjir/Limpasan

Penyebab terjadinya banjir/limpasan terjadi karena beberapa faktor diantaranya adalah sebagai berikut :

1) Hujan

Faktor - faktor yang berpengaruh terhadap limpasan adalah sebagai berikut :
(Hadisusanto, 2010 : 149).

a) Kelebatan curah hujan

Sangat berpengaruh terhadap besarnya limpasan permukaan, semakin lebatnya hujannya akan menimbulkan limpasan yang lebih besar kejadiannya.

b) Lamanya curah hujan

Akan berpengaruh terhadap kondisi kejenuhan tanah, semakin lama waktu hujan terjadi, akan meningkatkan kejenuhan tanah yang selanjutnya akan menentukan terjadinya peningkatan limpasan.

c) Intensitas curah hujan

Apabila lebih besar dari kapasitas infiltrasi, akan mengakibatkan besarnya limpasan segera meningkat sesuai dengan peningkatan intensitas curah hujannya.

d) Distribusi curah hujan

Pada daerah aliran sungai secara merata yang diakibatkan oleh hujan lebat akan mengakibatkan limpasan yang lebih besar dibandingkan aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan yang distribusinya tidak merata, karena pada curah hujan yang distribusinya merata setelah dipakai untuk memenuhi terjadinya kejenuhan tanah sebagian besar akan mengalir menjadi aliran permukaan.

2) Faktor daerah aliran sungai

Faktor - faktor daerah aliran sungai yang berpengaruh terhadap limpasan adalah sebagai berikut : (Hadisusanto, 2010 : 150).

a) Tata guna lahan

Pada daerah hutan lebat akan mengurangi terjadinya limpasan, hal ini dikarenakan air hujan yang jatuh sebagian disimpan pada daun tumbuh - tumbuhan (*interception storage*) dan sebagian yang jatuh ke permukaan tanah akan mengalami infiltrasi. Sebaliknya pada daerah permukiman atau daerah terbuka hujan yang jatuh ke permukaan tanah tidak ada yang

menghalangi sehingga sebagian besar air hujan akan mengalir langsung menjadi limpasan, dikarenakan curah hujan yang jatuh ke permukaan tanah tersebut dengan cepat melebihi kecepatan infiltrasi.

b) Topografi

Terutama kemiringan permukaan tanah merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kecepatan limpasan mengalir kesungai.

3) Pembuangan sampah tidak pada tempatnya

Di daerah perkotaan, inilah salah satu kontributor terbesar dalam hal penyumbatan saluran air seperti gorong - gorong atau got membuat aliran air terhambat sehingga tidak dapat mengalir ke tempat lain. Kesadaran masyarakat sekitar untuk tidak membuang sampah ke sungai atau selokan diperlukan untuk mengurangi banjir yang disebabkan oleh hal seperti ini.

4) Kurangnya daerah resapan air

Tata ruang buruk seperti tidak adanya taman kota atau pembangunan pada tanah olahan kosong mengakibatkan hilangnya daerah yang seharusnya menjadi daerah untuk resapan air . Pengaturan tempat permukiman sebaiknya berada pada tanah yang memang memiliki resapan air rendah bukan pada tanah terbuka berdaya serap tinggi.

2.1.3 Dampak yang di Timbulkan Banjir

Adapun dampak - dampak yang di timbulkan oleh banjir diantaranya adalah

: (<http://kaxak.blogspot.com/2014/02/banjir-pengertian-penyebab-dampak-dan.html>).

1) Rusaknya sarana dan prasarana

Air yang menggenang memasuki partikel pada dinding bangunan, apabila dinding tidak mampu menahan kandungan air maka dinding akan mengalami retak dan akhirnya jebol.

2) Hilangnya harta benda

Banjir dalam aliran skala besar mampu menyeret apapun yang dilaluinya termasuk harta benda. Seperti kursi, kasur, meja, pakaian, dan lain sebagainya.

3) Menimbulkan korban jiwa

Hal ini disebabkan karena arus air terlalu deras sehingga banyak penduduk yang hanyut terbawa arus.

4) Menimbulkan bibit penyakit

Penyakit yang dapat ditimbulkan misalnya gatal - gatal. Air banjir banyak membawa kuman sehingga penyebaran penyakit sangat besar.

5) Rusaknya *area* pertanian

Banjir mampu menenggelamkan *areal* sawah. Tentu saja hal ini sangat merugikan para petani dan kondisi perekonomian negara menjadi terganggu.

2.1.4 Cara Penanggulangan dan Mengatasi Banjir

Untuk menanggulangi terjadinya banjir, maka dibutuhkan cara penanggulangan sebagai berikut : (<http://kaxak.blogspot.com/2014/02/banjir-pengertian-penyebab-dampak-dan.html>).

1) Pengoptimalan sungai ataupun selokan

Sungai ataupun selokan sebaiknya dipelihara dan dipergunakan sebagaimana mestinya. Sungai ataupun selokan tidak untuk tempat pembuangan sampah.

Kebersihan air dan deras arusnya harus di pantau setiap saat sekedar untuk mengamati jika sewaktu - waktu terjadi banjir.

2) Larangan pembuatan rumah penduduk di sepanjang sungai

Tanah di pinggiran sungai tidak seharusnya digunakan sebagai *areal* permukiman penduduk. Selain menyebabkan banjir, juga tatanan pola masyarakat menjadi tidak teratur.

3) Melaksanakan program tebang pilih dan reboisasi

Pohon yang telah ditebang seharusnya ada penggantinya. Menebang pohon yang telah berkayu kemudian tanam kembali tunas pohon yang baru. Ini bertujuan untuk regenerasi hutan agar tidak gundul.

Berikut cara - cara efektif untuk mengatasi masalah banjir :

- 1) Membuat saluran air yang baik
- 2) Tidak membangun permukiman di daerah sekitar sungai
- 3) Sampah di buang pada tempatnya
- 4) Perbanyak ruang terbuka hijau
- 5) Rajin membersihkan saluran air
- 6) Mendirikan bangunan/konstruksi pencegah banjir
- 7) Menanam pohon atau tanaman di *area* sekitar rumah
- 8) Melestarikan hutan
- 9) Membuat lubang biopori
- 10) Membuat sumur serapan
- 11) Pendalaman sungai
- 12) Penggunaan *paving stone* untuk jalan

2.2 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)

2.2.1 Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (*catchment area, basin, watershed*) adalah daerah di mana semua air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan. Aliran air tersebut tidak hanya berupa air permukaan yang mengalir di dalam alur sungai, tetapi termasuk juga aliran di lereng-lereng bukit yang mengalir menuju alur sungai sehingga daerah tersebut dinamakan daerah aliran sungai. Daerah tersebut umumnya dibatasi oleh batas topografi, yang berarti ditetapkan berdasarkan air permukaan. Batas DAS tidak ditetapkan berdasarkan air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat kegiatan pemakaian (*Sri Harto, 1993*).

Penamaan sebuah DAS ditandai dengan nama sungai yang bersangkutan dan dibatasi oleh titik kontrol, yang umumnya merupakan stasiun hidrometri. Dalam praktek, penetapan batas DAS sangat diperlukan untuk menetapkan batasbatas DAS yang akan dianalisis. Penetapan tersebut mudah dilakukan dari peta topografi. Peta topografi merupakan peta yang memuat semua keterangan tentang

suatu wilayah tertentu, baik jalan, kota, desa, sungai, jenis tumbuh-tumbuhan, tata guna lahan lengkap dengan garis-garis kontur. Dari peta ditetapkan titik-titik tertinggi di sekeliling sungai utama (main stream) yang dimaksud, dan masing-masing titik tersebut dihubungkan satu dengan yang lainnya sehingga membentuk garis utuh yang bertemu ujung pangkalnya. Garis tersebut merupakan batas DAS di titik kontrol tertentu (Sri Harto, 1993)

2.2.2 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.

2.3 Analisis Curah Hujan

Data curah hujan merupakan data yang paling fundamental dalam perencanaan pengendalian banjir. Analisis data hujan dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan dan analisis statistik yang diperhitungkan dalam perhitungan debit banjir rencana. Data curah hujan yang dipakai untuk perhitungan debit banjir adalah hujan yang terjadi pada daerah aliran sungai pada waktu yang sama. Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan tersebut adalah curah hujan area dan dinyatakan dalam satuan mm (Sosrodarsono, 2003).

Curah hujan area tersebut harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Berikut adalah beberapa metode perhitungan curah hujan area dari pengamatan curah hujan di beberapa titik :

2.3.1 Metode Rata-rata Aljabar

Metode rata-rata aljabar adalah perhitungan dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic mean*) pengukuran curah hujan di stasiun hujan di dalam area tersebut. Metode tersebut didasarkan pada asumsi bahwa semua stasiun hujan mempunyai pengaruh yang setara. Metode tersebut akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika topografi rata atau datar, stasiun hujan banyak dan tersebar secara merata di area tersebut serta hasil penakaran masing-masing stasiun hujan tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh stasiun hujan di seluruh area.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} \quad (2.1)$$

Keterangan:

- R = Curah hujan tercatat (mm)
 R₁, ..., R_n = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)
 n = Jumlah stasiun pengukuran



Gambar 2.1 Sketsa Stasiun Curah Hujan Cara Rata-rata Aljabar
Sumber : Soemarto, 2011

2.3.2 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 km^2 . Tahapan penerapan metode ini meliputi langkah – langkah sebagai berikut:

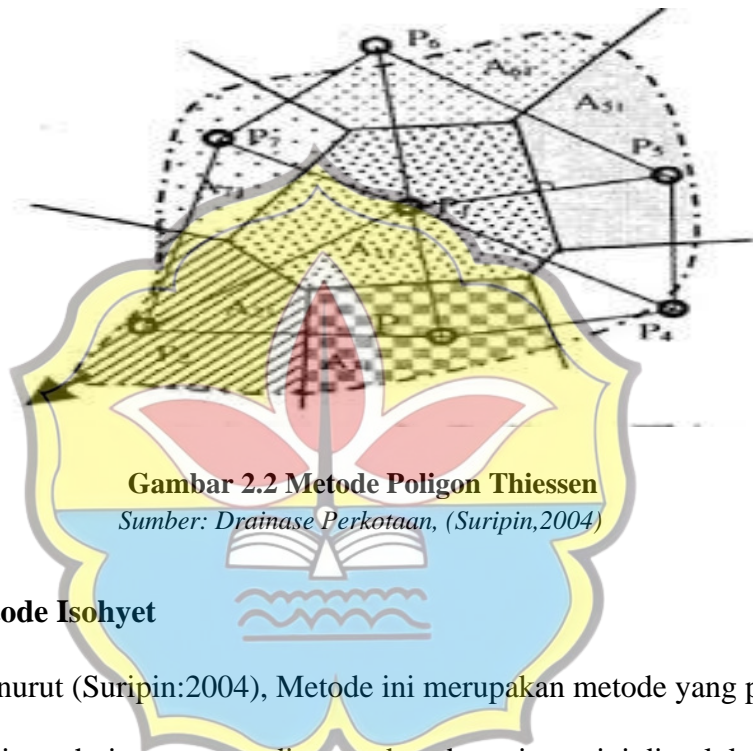
- a. Letak pos penakar hujan ditandai pada peta DAS, kemudian buat garis lurus penghubung antar titik pos penakar.
- b. Setiap garis penghubung ditarik garis tegak lurus ditengah garis penghubung sehingga membentuk poligon.
- c. Luas daerah yang hujannya dianggap mewakili oleh salah satu stasiun yang 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 2.2 Metode Poligon Thiessen
 Sumber: *Drainase Perkotaan*, (Suripin, 2004)

2.3.3 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:

$p =$

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

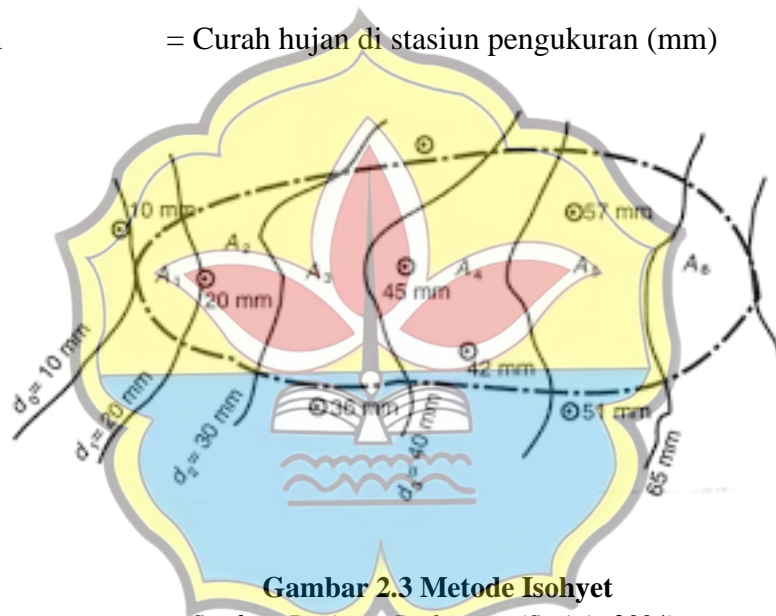
2.3)

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 2.3 Metode Isohyet

Sumber: *Drainase Perkotaan*, (Suripin, 2004)

2.4 Dstribusi Frekuensi Curah Hujan

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 besaran hujan di masa yang akan datang.

Analisis frekuensi data hidrologi bertujuan untuk menentukan nilai dari besaran-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 statistik terdapat parameter – parameter yang dapat membantu dalam menentukan jenis sebaran yang tepat. Dan jenis – jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah sebagai berikut:

2.4.1 Metode Distribusi Normal

Distribusi normal merupakan distribusi kumulatif normal atau disebut pula distribusi Gauss. Fungsi densitas peluang normal (PDF = *probability density function*) yang paling dikenal adalah bentuk bell dan dikenal dengan distribusi normal. PDF distribusi normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-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

Rumus umum yang digunakan untuk distribusi normal adalah (Suripin:2004)

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots\dots\dots (2.5)$$

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

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_T	No	Periode Ulang, T (Tahunan)	Peluang	K_T
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

2.4.2 Metode Distribusi Log Normal

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

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \dots \dots \dots (2.6)$$

Keterangan:

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

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

K_T = Faktor frekuensi

S = Standard Deviasi

2.4.3 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

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{log} X_i \dots \dots \dots (2.7)$$

- c. Hitung harga simpangan baku

$$S = \left(\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^2\right)^{0.5} \dots\dots\dots(2.8)$$

d. Hitung koefisien kemencengan atau kecondongan

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots(2.9)$$

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

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

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

2.4.4 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, 2004:51)

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

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

Keterangan:

X_T = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

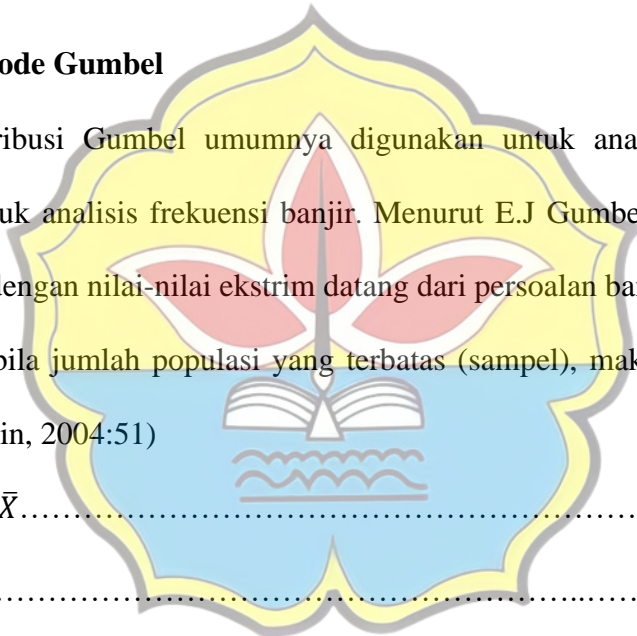
\bar{X} = Harga rata-rata dari data curah hujan

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

2.5 Uji Kecocokan Dsitribusi

2.5.1 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:

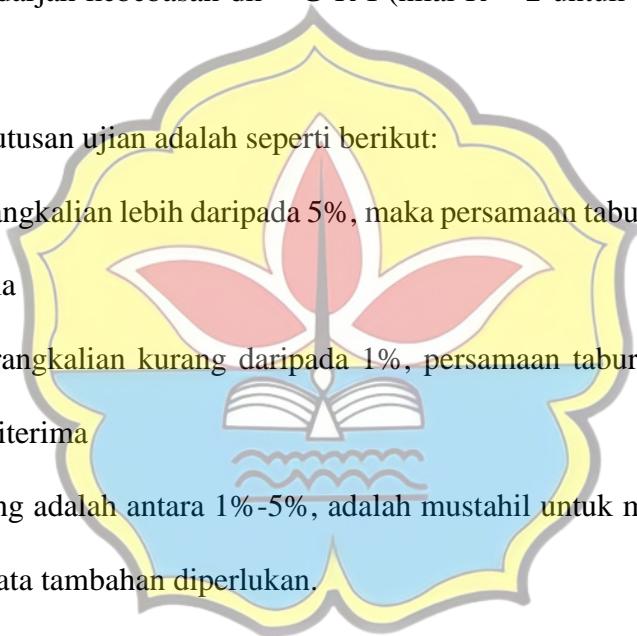
$$(O_i - E_i) \text{ dan } \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

f. Jumlah seluruh G sub-grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chikuadrat terhitung.

g. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - I$ (nilai $R = 2$ untuk taburan normal dan bionominal)

Tafsiran keputusan ujian adalah seperti berikut:

- a. Jika kebarangkalian lebih daripada 5%, maka persamaan taburan yang digunakan boleh diterima
- b. Jika kebarangkalian kurang daripada 1%, persamaan taburan yang digunakan tidak boleh diterima
- c. Jika peluang adalah antara 1%-5%, adalah mustahil untuk membuat keputusan, contohnya, data tambahan diperlukan.



Nilai kritikal bagi taburan khi kuasa dua boleh dilihat dalam lampiran 4.

2.6 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):

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i} \dots\dots\dots(2.13)$$

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 2.5 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

2.7 Waktu Konsentrasi (t_c)

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

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

L = Panjang Sungai

S = Kemiringan Sungai

2.8 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.

Untuk menentukan Intensitas hujan selama waktu konsentrasi dapat digunakan rumus : (Hadisusanto, 2010 : 30).

$$I = \frac{Rt}{t} \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

- I = intensitas curah hujan (mm/jam)
- Rt = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- t = durasi lamanya curah hujan (mm/menit)

Untuk hujan yang terjadi selama 5 menit sampai 2 jam, persamaan intensitas hujannya menggunakan menggunakan Rumus Talbot, Ishiguro, dan Sherman : (Kamiana, 2011 : 64).

1) Talbot

$$I = \frac{a}{t + b} \dots\dots\dots (2.16)$$

$$a = \frac{(t \times I) \times (I^2) - (I^2 \times t) \times (I)}{N \times (I^2) - (I) \times (I)} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$b = \frac{(I) \times (t \times I) - N \times (I^2 \times t)}{N \times (I^2) - (I) \times (I)} \dots\dots\dots (2.18)$$

2) Ishiguro

$$I = \frac{a}{\sqrt{t}+b} \dots\dots\dots (2.19)$$

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

$$b = \frac{(I) \times (I \sqrt{t}) - N (I^2 \times \sqrt{t})}{N \times (I^2) - (I) \times (I)} \dots\dots\dots (2.21)$$

3) Sherman

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$\log a = \frac{(\log I) \times (\log t)^2 - (\log t \times \log I) \times (\log t)}{N \times (\log t)^2 - (\log t) \times (\log t)} \dots\dots\dots (2.23)$$

$$n = \frac{(\log I) \times (\log t) - N \times (\log t \times \log I)}{N \times (\log t)^2 - (\log t) \times (\log t)} \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = durasi lamanya curah hujan (mm/menit)

a dan b = tetapan

N = jumlah data pengamatan/data curah hujan

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

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.25)$$

Keterangan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Waktu (durasi) curah hujan (menit)

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

2.9 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 2.6 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).

2.10 Perhitungan Debit Banjir Rencana

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

Rumus metode rasional : (Wesli, 2008 : 28)

$$Q_T = 0,00278.C.Cs.I.A \dots\dots\dots (2.26)$$

Keterangan :

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

C = Koefesien pengaliran

Cs = Koefesien tampungan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (Ha^2)

2.11 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

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

Persamaan untuk debit yang mengalir adalah :

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (2.28)$$

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \dots\dots\dots (2.29)$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran (m/detik)

Q = Debit saluran (m³/detik)

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolis saluran (m)

S = Kemiringan dasar saluran

A = Luas penampang aliran (m²)

Besarnya koefisien Manning dapat mengacu pada tabel 2.7 berikut :

Tabel 2.7 Koefisien Manning

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

Sumber : Wesli, 2008

2.11.1 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. ManajemenFile
2. Inputdata dan pengeditan
3. Analisa Hidraulika

2.11.2 Kerangka Berpikir

Permasalahan banjir yang terjadi di wilayah Kelurahan Kenali Besar 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 pengelolaan sistem drainase yang kurang baik dapat menjadi salah satu faktor utama terhadap masalah banjir tersebut. Akibat terganggunya sistem drainase, air yang seharusnya mengalir dengan baik dapat terhambat dan menyebabkan banjir.

Normalisasi memiliki pengertian sebagai upaya memperbesar kapasitas aliran sungai atau menata kembali sungai dengan harapan menyelesaikan masalah banjir agar tidak kembali terulang. Kegiatan normalisasi meliputi pengerasan dinding sungai, pembangunan sodetan, pembuatan tanggul dan juga pengerukan. Pengerasan dinding sungai dapat dilakukan dengan memasang batu kali atau dengan pembetonan pada dinding sungai.

Penelitian ini dilaksanakan sebagai upaya mengatasi bahaya banjir di wilayah kelurahan Kenali Besar, untuk itu dihitung debit banjir rencana pada normalisasi sungai Kenali Besar khususnya di daerah kajian yang mengakibatkan terjadinya banjir di wilayah tersebut. Penganalisaan data curah hujan dihitung dari curah hujan maksimum tahunan dari stasiun curah hujan, kemudian dihitung debit banjir rencana dari sungai tersebut. Hal ini untuk mengetahui berapa besar kapasitas sungai Kenali Besar yang dibutuhkan untuk menampung debit banjir rencana,

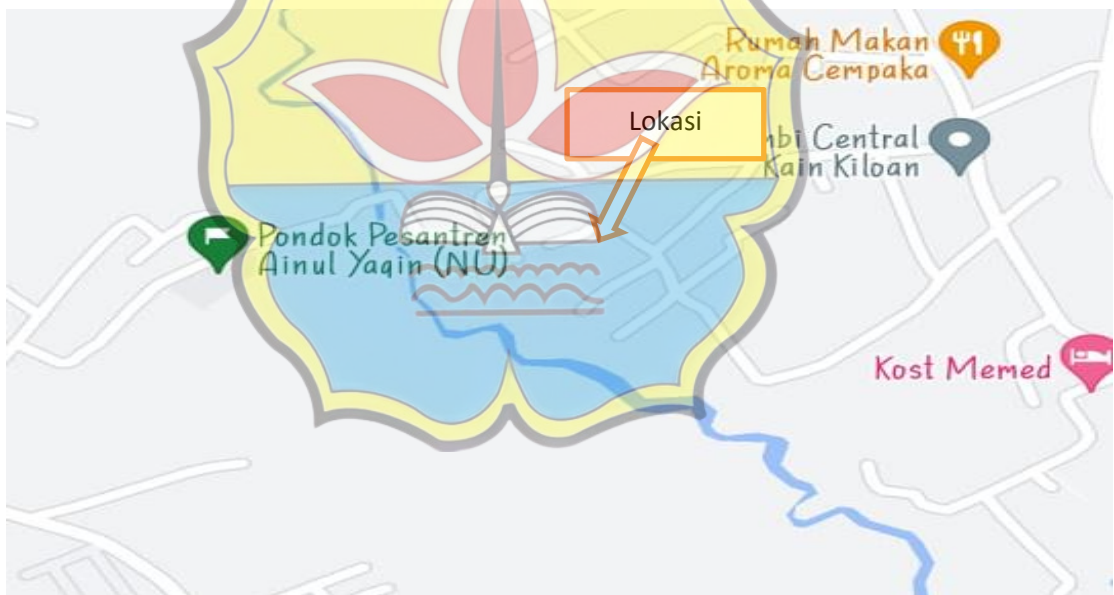


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

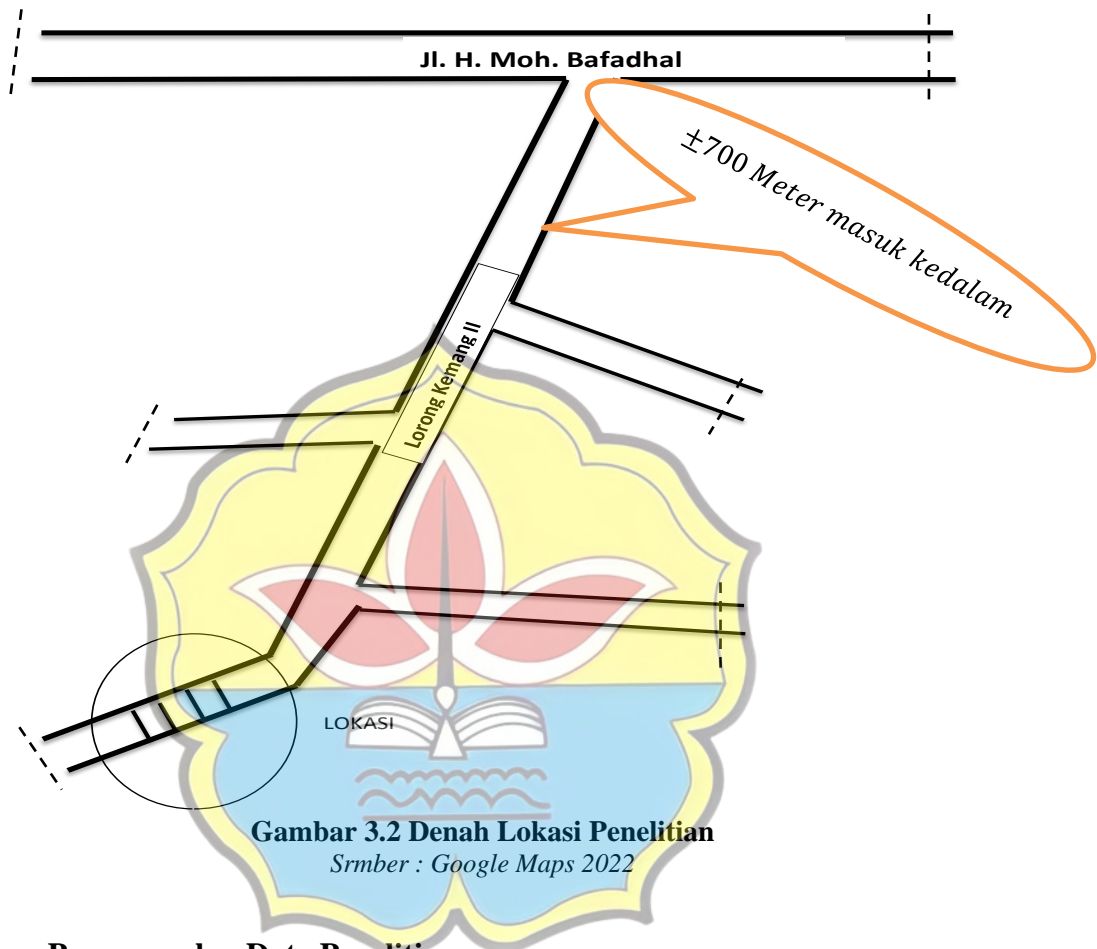
Lokasi penelitian ini berada di Lebak Bandung RT 35 dan sekitarnya, Kecamatan Jelutung, Kota Jambi. Terdapat luapan banjir yang belum teratasi. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat di bawah ini :



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

Sumbr : Google map 2022

3.2 Denah Lokasi Penelitian



3.3 Pengumpulan Data Penelitian

Setelah mengetahui kondisi daerah studi, maka dilakukan pengumpulan data.

Data - data yang diperlukan dalam studi ini adalah :

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

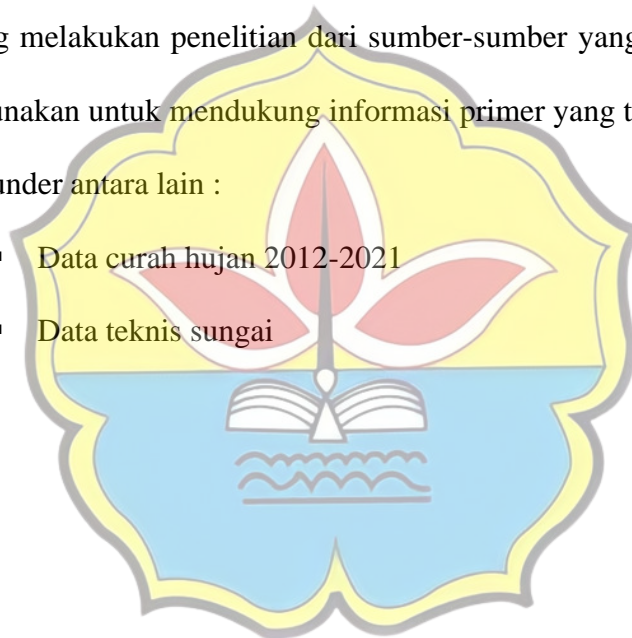
individu atau perorangan seperti hasil wawancara yang dilakukan oleh peneliti. Data primer antara lain:

- Catatan hasil wawancara
- Hasil observasi lapangan
- Dokumentasi

2. Data sekunder

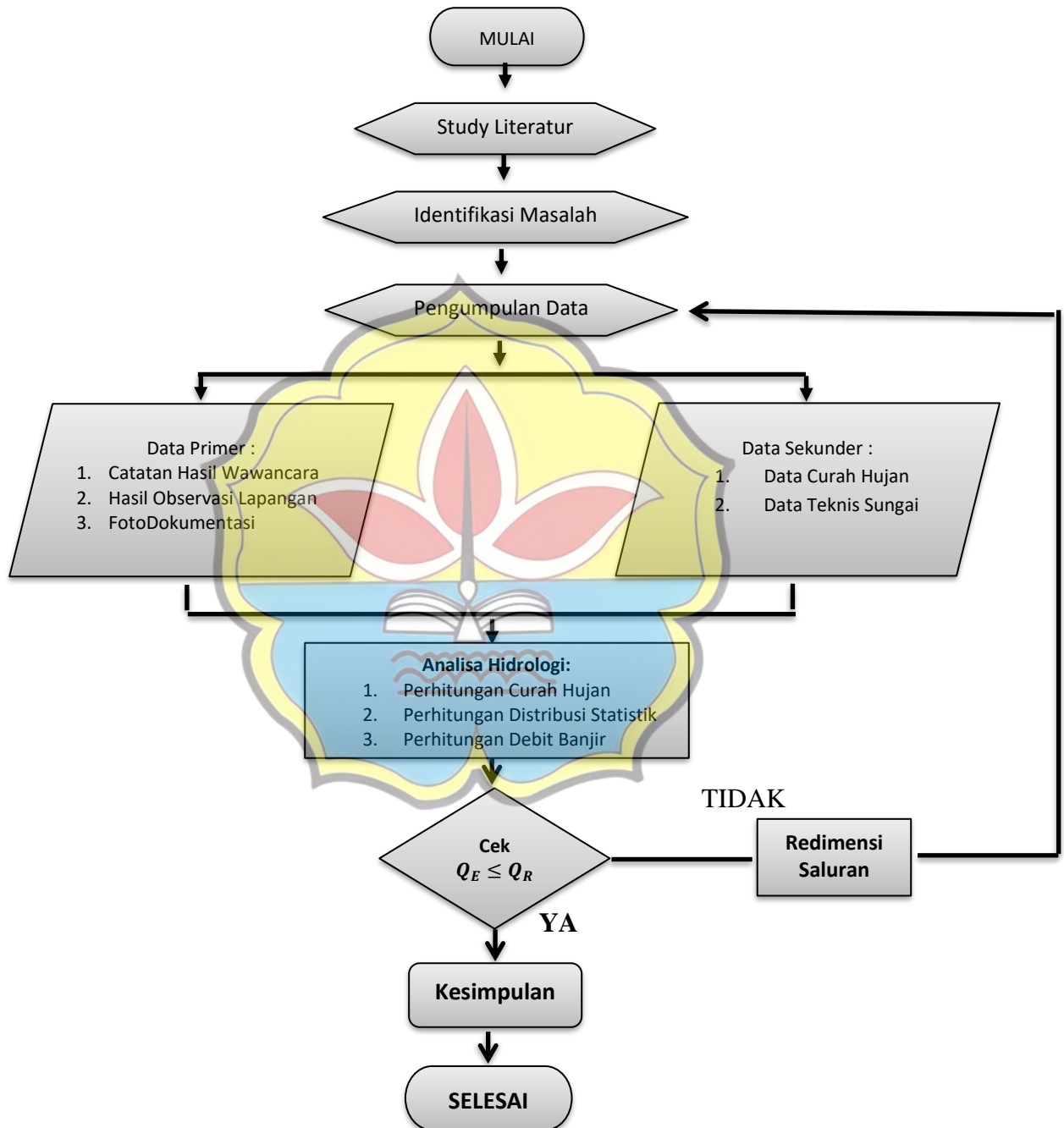
Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada. Data ini digunakan untuk mendukung informasi primer yang telah diperoleh. Data sekunder antara lain :

- Data curah hujan 2012-2021
- Data teknis sungai



3.4 Prosedur Kerja Penelitian

Berikut bagan alir dari prosedur penyelesaian Tugas Drainase pada *Flowchart* di bawah ini :



Gambar 3.3 Diagram Alir (*Flowchart*) Penelitian

Sumber : Hasil Analisis 2022

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Sungai Asam merupakan salah satu anak sungai yang melintasi kota Jambi.

Sungai ini memiliki :

- Luas DAS = 2.930 Ha = 29,30 km²
- Luas Catchment Area = 0,60 km²
- Panjang sungai = 10,68 km
- Lebar sungai = 11 meter
- Panjang sungai *eksisting* = 150 meter

4.2 Analisa Curah Hujan

4.2.1 Curah Hujan Bulanan Maksimum

Untuk menganalisa curah rencana dan debit banjir rencana pada Sungai Asam 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 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Meteorologi Sultan Thaha 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	184	326	125	183	83	209	73	235	325	171	29
3	2014	92	26	101	338	109	102	195	185	67	101	228	238
4	2015	158	111	178	304	134	35	73	37	110	36	345	298
5	2016	104	195	70	234	80	76	127	199	109	130	209	140
6	2017	129	191	196	298	158	233	55	68	216	230	340	273
7	2018	135	220	307	212	290	87	31	75	209	138	421	237
8	2019	167	291	151	386	161	160	21	3	48	195	95	148
9	2020	152	86	232	205	220	95	198	96	182	368	265	324
10	2021	192	48	357	239	231	145	186	145	343	236	313	247

Sumber : Pusat Data BMKG Sultan Thaha Jambi 2021

Tabel 4.2 Curah hujan rata-rata

No	Tahun	Jumlah	Xi (mm)
1	2012	1930	160,83
2	2013	2093	174,42
3	2014	1782	148,50
4	2015	1819	151,58
5	2016	1673	139,42
6	2017	2387	198,92
7	2018	2362	196,83
8	2019	1826	152,17
9	2020	2423	201,92
10	2021	2682	223,50
Jumlah			1748,08
Rata-rata			174,81

Sumber : Perhitungan 2022

- Curah hujan rata-rata tahun 2012

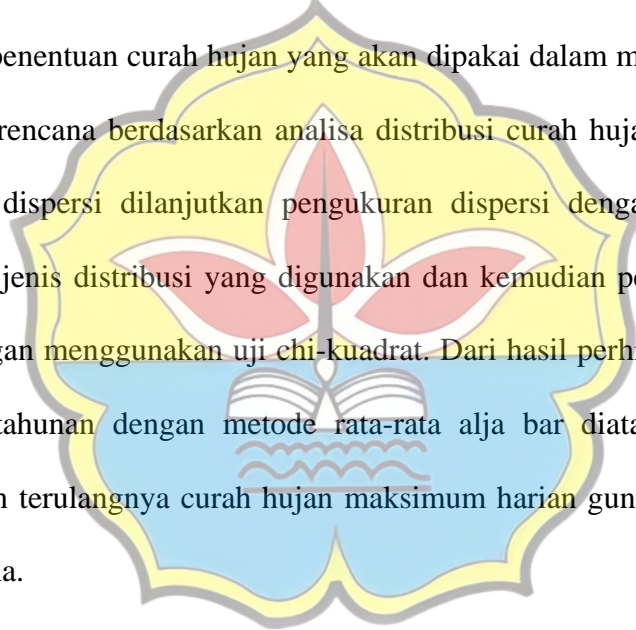
$$X_i = \frac{\sum X}{n} = \frac{1930}{12} = 160,83 \text{ mm}$$

- Curah hujan rata-rata 10 tahun terakhir

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{1748,08}{10} = 174,81 \text{ mm}$$

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 alja bar 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 4.3 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	2012	277,00	-62,20	3868,84	-240641,85	14967922,95
2	2013	326,00	-13,20	174,24	-2299,97	30359,58
3	2014	338,00	-1,20	1,44	-1,73	2,07
4	2015	345,00	5,80	33,64	195,11	1131,65
5	2016	234,00	-105,20	11067,04	-1164252,61	122479374,36
6	2017	340,00	0,80	0,64	0,51	0,41
7	2018	421,00	81,80	6691,24	547343,43	44772692,74
8	2019	386,00	46,80	2190,24	102503,23	4797151,26
9	2020	368,00	28,80	829,44	23887,87	687970,71
10	2021	357,00	17,80	316,84	5639,75	100387,59
Jumlah		3392,00	0,000	25173,60	-727626,24	187836993,31
X		339,20				
S		52,89				

Sumber : Perhitungan 2022

Dari data curah hujan didapat

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3392,00}{10} = 339,20 \text{ mm}$$

$$(X_i - \bar{X}) = 277,00 - 339,20 = -62,20$$

$$(X_i - \bar{X})^2 = (-62,20)^2 = 3868,84$$

$$(X_i - \bar{X})^3 = (-62,20)^3 = -240641,85$$

$$(X_i - \bar{X})^4 = (-62,20)^4 = 14967922,95$$

Keterangan :

n = jumlah tahun

a. Perhitungan Dispersi Distribusi Normal

- Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3392,00}{10} = 339,20 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{25173,60}{10 - 1}} = 52,89$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{52,89}{339,20} = 0,76$$

- Koefisien *skewness* (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{(10)(-727626,24)}{(10 - 1)(10 - 2)52,89^3} = -0,68$$

- Koefisien Kurtosis (C_k)

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

$$= \frac{10^2 \times 187836993,31}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3) 52,89^4} = 4,76$$

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 4.4 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Normal

No	Periode Ulang (T) Tahun	K_T	\bar{X}	S	Curah Hujan (XT) (mm)
1	2	0,00	339,20	52,89	339,20
2	5	0,84	339,20	52,89	383,63
3	10	1,28	339,20	52,89	406,90
4	20	1,64	339,20	52,89	429,64
5	50	2,05	339,20	52,89	447,62
6	100	2,33	339,20	52,89	462,43

Sumber : Perhitungan 2022

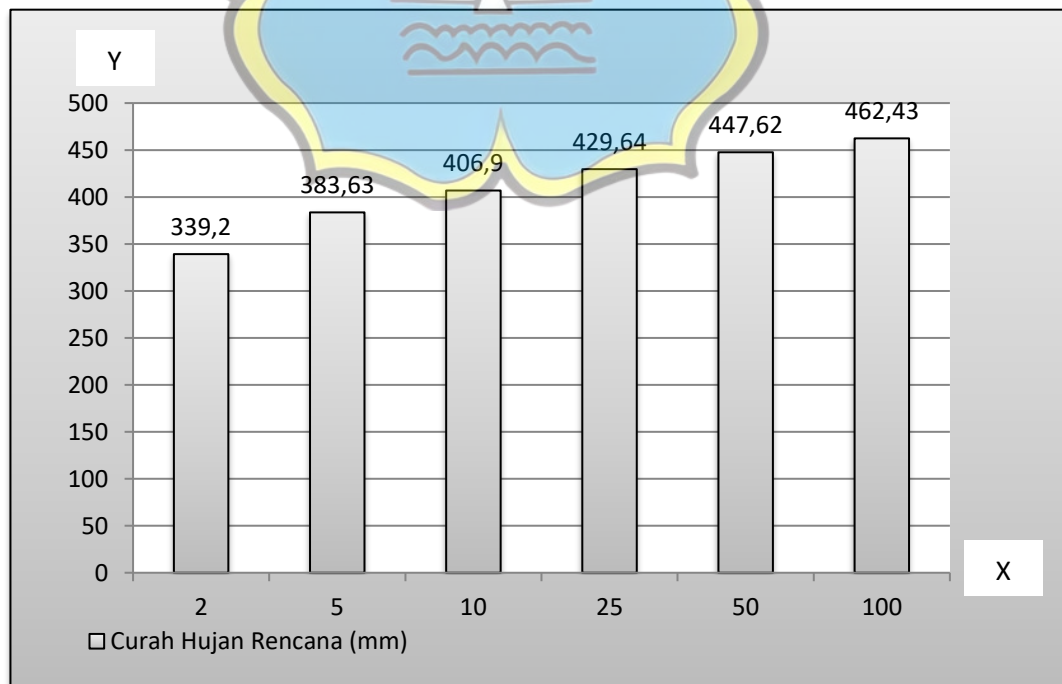
Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi Normal :

- Untuk T = 2 Tahun, maka :

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

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

$$= 339,20 + (0,00 \times 52,89) = 339,20 \text{ mm}$$

**Gambar 4.1 Grafik Distribusi Normal**

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :

X = Tahun

Y = Curah Hujan

4.3.1.2 Metode Distribusi Log Normal

Tabel 4.5 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Log Xi)	(Log Xi - Log \bar{X})	(Log Xi - Log \bar{X}) ²	(Log Xi - Log \bar{X}) ³	(Log Xi - Log \bar{X}) ⁴
1	2012	277,00	2,4425	-0,0828	0,0069	-0,0006	0,0000
2	2013	326,00	2,5132	-0,0120	0,0001	0,0000	0,0000
3	2014	338,00	2,5289	0,0037	0,0000	0,0000	0,0000
4	2015	345,00	2,5378	0,0126	0,0002	0,0000	0,0000
5	2016	234,00	2,3692	-0,1560	0,0243	-0,0038	0,0006
6	2017	340,00	2,5315	0,0062	0,0000	0,0000	0,0000
7	2018	421,00	2,6243	0,0990	0,0098	0,0010	0,0001
8	2019	386,00	2,5866	0,0613	0,0038	0,0002	0,0000
9	2020	368,00	2,5658	0,0406	0,0016	0,0001	0,0000
10	2021	357,00	2,5527	0,0274	0,0008	0,0000	0,0000
Jumlah		3392,00	25,2525	0,000	0,0475	-0,0031	0,0008
X		339,20	2,5253				
S		0,073					

Sumber : Perhitungan 2022

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{25,2525}{10} = 2,5253 \text{ mm}$$

Dari data curah hujan didapat:

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}) = (2,4425 - 2,5253) = -0,0828$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2 = (-0,0828)^2 = 0,0069$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3 = (-0,0828)^3 = -0,0006$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^4 = (-0,0828)^4 = 0,0000$$

Keterangan :

n = jumlah tahun

b. Perhitungan Dispersi Log Normal

- Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{25,2525}{10} = 2,5253 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,0475}{10 - 1}} = 0,073$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,073}{2,5253} = 0,029$$

- Koefisien *swekness* (C_s)

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

$$= \frac{(10)(-0,0031)}{(10 - 1)(10 - 2)0,073^3} = -1,107$$

- Koefisien Kurtosis (C_k)

$$C_k = \frac{n^2 \sum ((\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^4)}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} = \frac{10^2 \times 0,0008}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)0,073^4} = 5,589$$

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 4.6 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang (T) Tahun	KT	Log \bar{X}	Log XT	S	Curah Hujan (XT) (mm)
1	2	0,000	2,525	2,525	0,073	335,159
2	5	0,840	2,525	2,586	0,073	385,736
3	10	1,280	2,525	2,618	0,073	415,205
4	20	1,640	2,525	2,650	0,073	446,179
5	50	2,050	2,525	2,674	0,073	472,297
6	100	2,330	2,525	2,695	0,073	494,950

Sumber : Perhitungan 2022

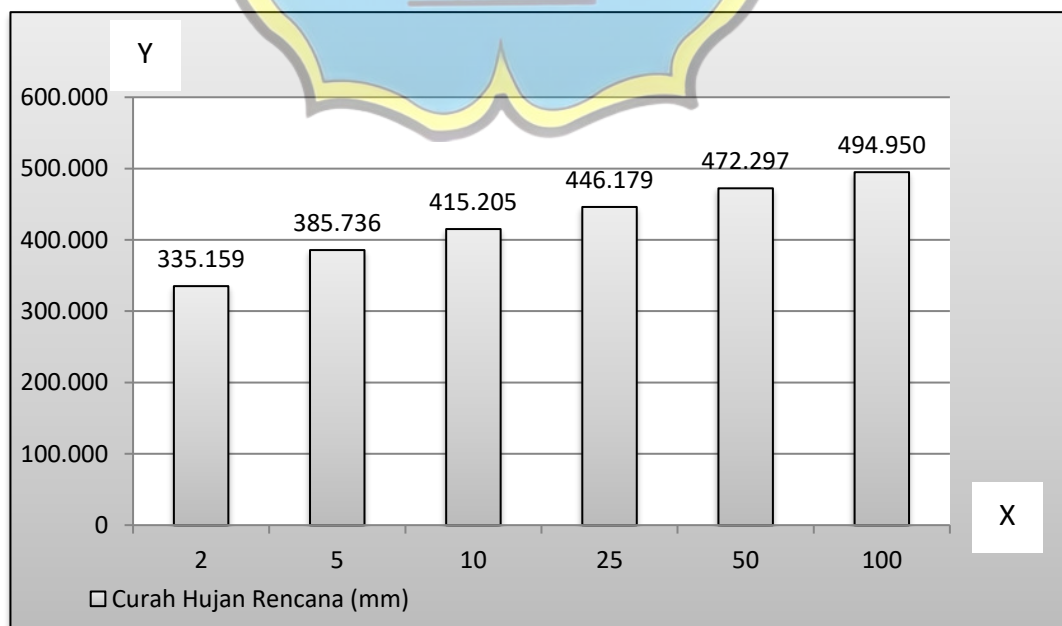
Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi *Log Normal* :

- Untuk T = 2 Tahun

KT = 0,00 (Tabel 2.1. Nilai Variable Reduksi Gauss)

$$\begin{aligned} \text{Log XT} &= \text{Log X} + (\text{KT} \times \text{S}) \\ &= 2,525 + (0,00 \times 0,073) \\ &= 2,525 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{XT} = 335,159 \text{ mm}$$

**Gambar 4.2 Grafik Distribusi Log Normal**

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :

X = Tahun

Y = Curah Hujan

4.3.1.3 Metode Distribusi Log Pearson Type III

Tabel 4.7 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Pearson III

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Log Xi)	(Log Xi - Log \bar{X})	(Log Xi - Log \bar{X}) ²	(Log Xi - Log \bar{X}) ³	(Log Xi - Log \bar{X}) ⁴
1	2012	277,00	2,4425	-0,0828	0,0069	-0,0006	0,0000
2	2013	326,00	2,5132	-0,0120	0,0001	0,0000	0,0000
3	2014	338,00	2,5289	0,0037	0,0000	0,0000	0,0000
4	2015	345,00	2,5378	0,0126	0,0002	0,0000	0,0000
5	2016	234,00	2,3692	-0,1560	0,0243	-0,0038	0,0006
6	2017	340,00	2,5315	0,0062	0,0000	0,0000	0,0000
7	2018	421,00	2,6243	0,0990	0,0098	0,0010	0,0001
8	2019	386,00	2,5866	0,0613	0,0038	0,0002	0,0000
9	2020	368,00	2,5658	0,0406	0,0016	0,0001	0,0000
10	2021	357,00	2,5527	0,0274	0,0008	0,0000	0,0000
Jumlah		3392,00	25,2525	0,000	0,0475	-0,0031	0,0008
X		339,20	2,5253				
S		0,073					

Sumber : Perhitungan 2022

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{25,2525}{10} = 2,5253 \text{ mm}$$

Dari data curah hujan didapat:

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X}) = (2,4425 - 2,5253) = -0,0828$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2 = (-0,0828)^2 = 0,0069$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3 = (-0,0828)^3 = -0,0006$$

$$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^4 = (-0,0828)^4 = 0,0000$$

Keterangan :

n = jumlah tahun

c. Perhitungan Dispersi Log Pearson Type III

- Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} = \frac{25,2525}{10} = 2,5253 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,0475}{10 - 1}} = 0,073$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\text{Log } \bar{X}} = \frac{0,073}{2,5253} = 0,029$$

- Koefisien *swekness* (C_s)

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

$$= \frac{(10)(-0,0031)}{(10 - 1)(10 - 2)0,073^3} = -1,107$$

- Koefisien Kurtosis (C_k)

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

$$= \frac{10^2 \times 0,0008}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)0,073^4} = 5,589$$

Nnilai 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 4.8 Nilai K hasil distribusi Log Pearson III

No	Periode Ulang T (Tahun)	C_s	K
1	2	-1	0,164
2	5	-1	0,852
3	10	-1	1,128
4	20	-1	1,366
5	50	-1	1,492
6	100	-1	1,588

Sumber : Perhitungan 2021

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

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

Tabel 4.9 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log-Person III

No	Periode Ulang (T) Tahun	KT	Log \bar{X}	Log XT	S	Curah Hujan (XT) (mm)
1	2	0,164	2,525	2,537	0,073	344,484
2	5	0,852	2,525	2,587	0,073	386,511
3	10	1,128	2,525	2,607	0,073	404,779
4	20	1,366	2,525	2,625	0,073	421,223
5	50	1,492	2,525	2,634	0,073	430,197
6	100	1,588	2,525	2,641	0,073	437,163

Sumber : Perhitungan 2022

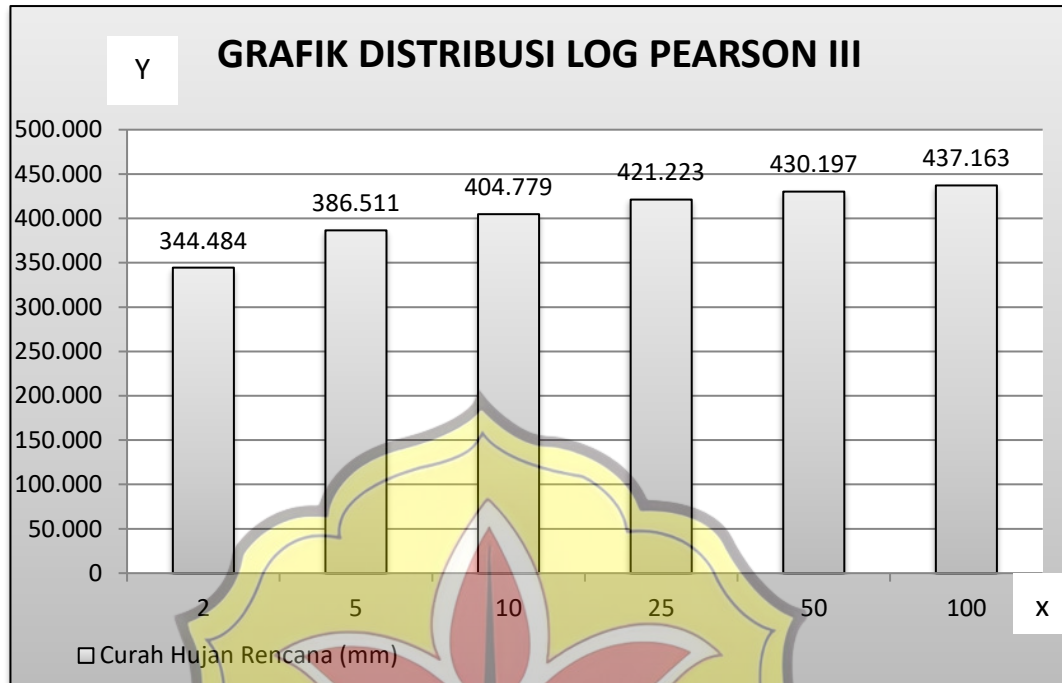
Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person III :

- Untuk T = 2 Tahun

KT = 0,132 (Tabel 2.2 nilai K untuk distribusi Log-Person III)

$$\begin{aligned} \text{Log XT} &= \text{Log X} + (\text{KT} \times \text{S}) \\ &= 2,525 + (0,164 \times 0,073) \\ &= 2,537 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$X_T = 344,484 \text{ mm}$$



Gambar 4.3 Grafik Distribusi Log Pearson III

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :

X = Tahun

Y = Curah Hujan

4.3.1.4 Metode Distribusi Gumbel

Tabel 4.10 Perhitungan Variable Disperse Distribusi Gumbel

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	2012	277,00	-62,20	3868,84	-240641,85	14967922,95
2	2013	326,00	-13,20	174,24	-2299,97	30359,58
3	2014	338,00	-1,20	1,44	-1,73	2,07
4	2015	345,00	5,80	33,64	195,11	1131,65
5	2016	234,00	-105,20	11067,04	-1164252,61	122479374,36
6	2017	340,00	0,80	0,64	0,51	0,41

No	Tahun	Curah Hujan Maks (Xi) (mm)	(Xi - \bar{X})	(Xi - \bar{X}) ²	(Xi - \bar{X}) ³	(Xi - \bar{X}) ⁴
7	2018	421,00	81,80	6691,24	547343,43	44772692,74
8	2019	386,00	46,80	2190,24	102503,23	4797151,26
9	2020	368,00	28,80	829,44	23887,87	687970,71
10	2021	357,00	17,80	316,84	5639,75	100387,59
Jumlah		3392,00	0,000	25173,60	-727626,24	187836993,31
X		339,20				
S		52,89				

Sumber : Perhitungan 2022

Dari data curah hujan didapat

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3392,00}{10} = 339,20 \text{ mm}$$

$$(X_i - \bar{X}) = 277,00 - 339,29 = -62,20$$

$$(X_i - \bar{X})^2 = (-62,20)^2 = 3868,84$$

$$(X_i - \bar{X})^3 = (-62,20)^3 = -240641,85$$

$$(X_i - \bar{X})^4 = (-62,20)^4 = 14967922,95$$

Keterangan :

n = jumlah tahun

d. Perhitungan Dispersi Distribusi Gumbel

- Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{3392,00}{10} = 339,20 \text{ mm}$$

- Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{25173,60}{10 - 1}} = 52,89$$

- Koefisien Variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{52,89}{339,20} = 0,15$$

- Koefisien *swekness* (C_s)

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{(10)(-727626,24)}{(10-1)(10-2)52,89^3} = -0,68$$

- Koefisien Kurtosis (C_k)

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

$$= \frac{10^2 \times 187836993,31}{(10-1)(10-2)(10-3) 52,89^4} = 4,76$$

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:

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

$$N = 6$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

Tabe 4.11 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel

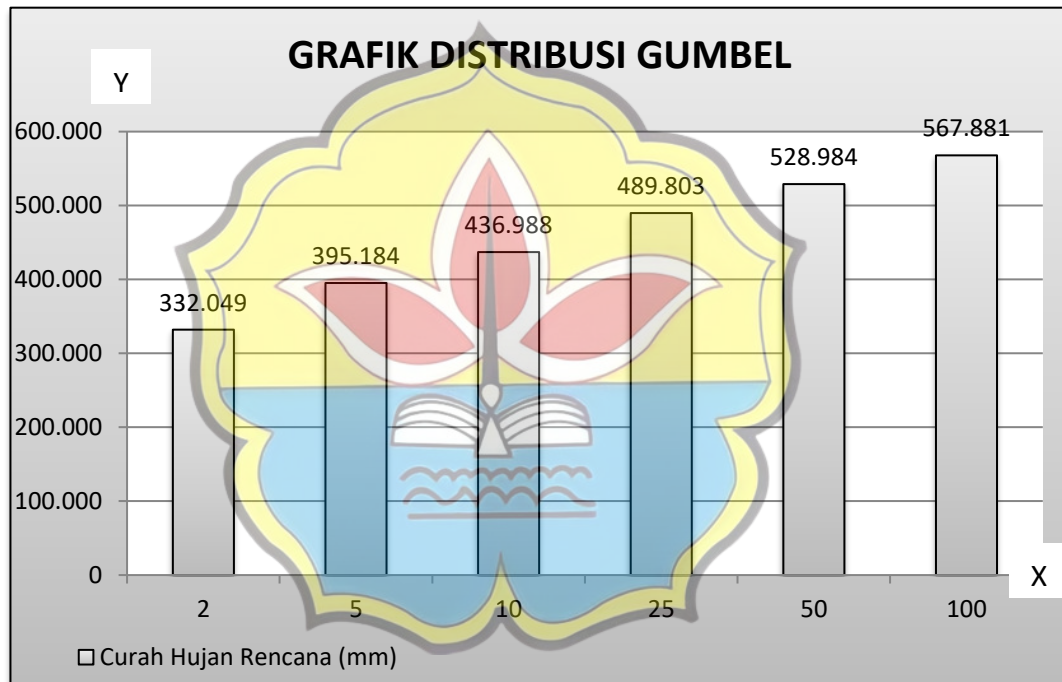
No	Periode Ulang (T) Tahun	Ytr	Yn	Sn	\bar{X}	S	K	Curah Hujan (XT) (mm)	$P^{60} (T)$ mm/menit
1	2	0,3668	0,4952	0,9496	339,2	52,887	-0,135	332,049	93,441
2	5	1,5004	0,4952	0,9496	339,2	52,887	1,059	395,184	111,208
3	10	2,2510	0,4952	0,9496	339,2	52,887	1,849	436,988	122,972
4	20	3,1993	0,4952	0,9496	339,2	52,887	2,848	489,803	137,834

No	Periode Ulang (T) Tahun	Ytr	Yn	Sn	\bar{X}	S	K	Curah Hujan (XT) (mm)	mm/menit
5	50	3,9028	0,4952	0,9496	339,2	52,887	3,588	528,984	148,860
6	100	4,6012	0,4952	0,9496	339,2	52,887	4,324	567,881	159,806

Sumber : Perhitungan 2022

$$X_{tr} = \bar{X} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \cdot S = 339,20 + \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} \times 52,887 = 332,094 \text{ mm}$$

$$P^{60}(T) = \left[\frac{93+19}{2} \times \frac{X_{tr}}{199} \right] = \left[\frac{93+19}{2} \times \frac{332,084}{199} \right] = 93,441 \text{ mm/menit}$$



Gambar 4.4 Grafik Distribusi Gumbel

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :

X = Tahun

Y = Curah Hujan

Tabel 4.12. Hasil Analisis Frekuensi

Durasi (menit)	Periode Ulang (mm/menit)					
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	20 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
5	229,475	352,065	455,355	584,421	736,862	876,876
10	171,747	263,498	340,804	437,402	551,494	656,286
20	119,772	183,756	237,668	305,032	384,597	457,676
30	95,001	145,752	188,514	241,946	305,055	363,020
40	80,042	122,802	158,830	203,849	257,021	305,859
60	62,371	95,691	123,766	158,846	200,279	238,335
80	52,006	79,788	103,197	132,447	166,995	198,726
120	40,028	61,412	79,429	101,942	128,533	152,956

Sumber : Perhitungan 2022

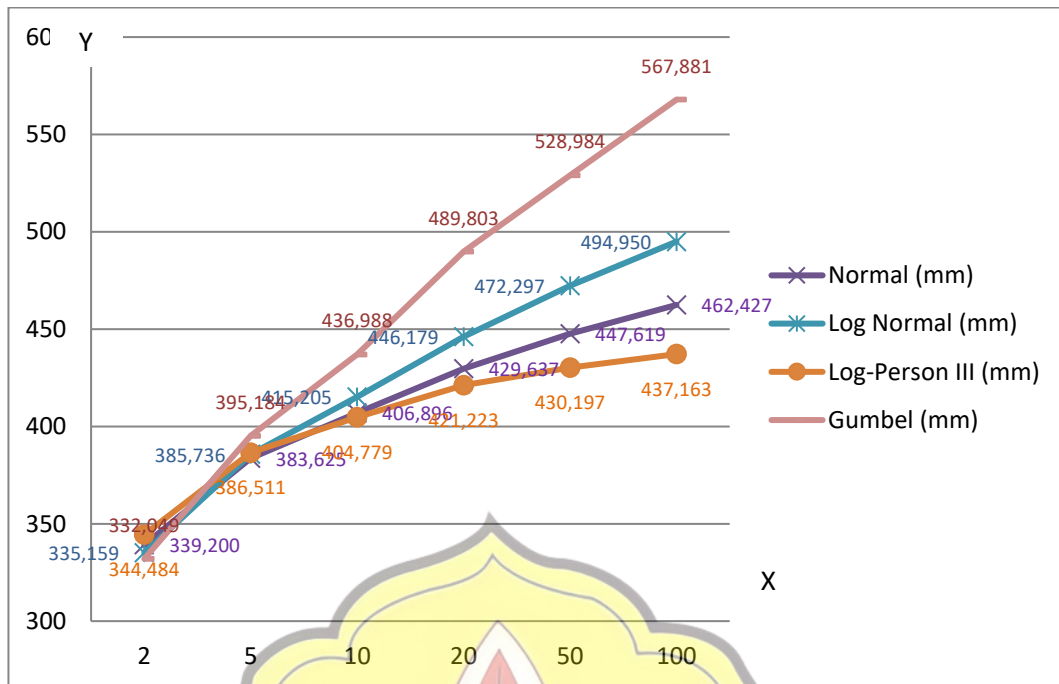
$$\begin{aligned}
 P_i &= (0,21 \cdot \ln T + 0,52) \times (0,54 \cdot t^{0,25} - 0,50) \times \left[\frac{p^{60 \times 60}}{t} \right] \\
 &= (0,21 \times \ln(2) + 0,52) (0,54 \times 5^{0,25} - 0,50) \left[\frac{93,441 \times 60}{5} \right] \\
 &= 229,475 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

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

Tabel 4.13 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	339.200	335.159	344.484	332.049
2	5	383.625	385.736	386.511	395.184
3	10	406.896	415.205	404.779	436.988
4	20	429.637	446.179	421.223	489.803
5	50	447.619	472.297	430.197	528.984
6	100	462.427	494.950	437.163	567.881

Sumber : Perhitungan 2022



Gambar 4.5 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum (4 metode)

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :

X = Tahun

Y = Curah Hujan

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 4.14 Perbandingan Hasil Dispersi

No	Dispersi	Hasil Dispersi			
		Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
1	S	52,89	0,073	0,073	52,89
2	C_s	-0,68	-1,107	-1,107	-0,68

No	Dispersi	Hasil Dispersi			
		Normal	Log Normal	Log Pearson III	Gumbel
3	C_k	4,76	5,589	5,589	4,76
4	C_v	0,76	0,029	0,029	0,76

Sumber : Perhitungan 2021

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 4.15 Hasil Uji Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_s = 0$	-0,68	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	4,76	
Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3 = 0,087$	-1,107	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3,01$	5,589	
Log Pearson III	$C_s \neq 0$	-1,107	Memenuhi
	$C_k \neq 0$	5,589	
Gumbel	$C_s = 1,14$	-0,68	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5,4$	4,76	

Sumber : Perhitungan 2021

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.

4.4 Perhitungan Uji Kecocokan (Pengujian Distribusi)

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

4.4.1 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:
 $DK = G - R - I = 4 - 2 - 1 = 1$
- $E_i = \frac{n}{G} = \frac{10}{4} = 2,5$
- $\Delta X = \frac{(X_{maks} - X_{min})}{G - 1} = \frac{2,6243 - 2,3692}{4 - 1} = 0,0850$
- $X_{awal} = X_{min} - \frac{1}{2} \Delta X = 2,3692 - \frac{1}{2} \times 0,0850 = 2,3267$

Tabel 4.16 Uji Chi-Kuadrat

Nilai Batas Tiap Kelas	O_i	E_i	$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2/E_i$
$2,3267 < X_i < 2,4117$	1	2,5	2,25	0,9
$2,4117 < X_i < 2,4967$	1	2,5	2,25	0,9
$2,4967 < X_i < 2,5817$	6	2,5	12,25	4,9
$2,5817 < X_i < 2,6667$	2	2,5	0,25	0,1
Jumlah	10	10	17	6,8

Sumber : Perhitungan 2021

Dengan menggunakan signifikasi $DK = 7$ 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.

4.5 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 4.17. 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	229,475	0,699	2,361	1,650	0,489	1147,373	52658,597	263292,983	2,236	513,121	117748,20 2
10	171,747	1,000	2,235	2,235	1,000	1717,471	29497,077	294970,770	3,162	543,112	93277,948
20	119,772	1,301	2,078	2,704	1,693	2395,436	14345,287	286905,733	4,472	535,636	64154,072
30	95,001	1,477	1,978	2,921	2,182	2850,024	9025,154	270754,622	5,477	520,341	49432,805
40	80,042	1,602	1,903	3,049	2,567	3201,677	6406,709	256268,375	6,325	506,230	40519,588
60	62,371	1,778	1,795	3,192	3,162	3742,276	3890,176	233410,534	7,746	483,126	30133,170
80	52,006	1,903	1,716	3,266	3,622	4160,464	2704,603	216368,266	8,944	465,154	24190,708
120	40,028	2,079	1,602	3,332	4,323	4803,349	1602,233	192267,993	10,95 4	438,484	17551,586
Jumlah	850,441	11,84 0	15,66 8	22,349	19,03 6	24018,07 1	120129,83 6	2014239,27 7	49,31 7	4005,20 3	437008,07 8

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :

I	= Didapat dari tabel 4.12	t x I	= 5 x 229,475	= 1147,373
Log t	= Log (5)	Log t ²	= 229,475 ²	= 52658,597
Log I	= Log (229,475)	t x I ²	= 5 x 52658,597	= 263292,983
Log t x Log I	= 0,699 x 2,361	√t	= √5	= 2,236

$$I \times \sqrt{t} = 229,475 \times 2,236 = 501,975 \qquad I^2 \times \sqrt{t} = 52658,597 \times 2,236 = 117748,202$$

Tabel 4.18. 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	352,065	0,699	2,547	1,780	0,489	1760,323	123949,424	619747,119	2,236	787,240	277159,337
10	263,498	1,000	2,421	2,421	1,000	2634,979	69431,127	694311,267	3,162	833,253	219560,501
20	183,756	1,301	2,264	2,946	1,693	3675,126	33766,377	675327,536	4,472	821,783	151007,828
30	145,752	1,477	2,164	3,196	2,182	4372,564	21243,685	637310,553	5,477	798,317	116356,455
40	122,802	1,602	2,089	3,347	2,567	4912,076	15080,310	603212,380	6,325	776,667	95376,252
60	95,691	1,778	1,981	3,522	3,162	5741,475	9156,815	549408,891	7,746	741,221	70928,383
80	79,788	1,903	1,902	3,620	3,622	6383,067	6366,178	509294,277	8,944	713,649	56940,831
120	61,412	2,079	1,788	3,718	4,323	7369,393	3771,386	452566,312	10,954	672,730	41313,463
Jumlah	1304,764	11,840	17,156	24,550	19,036	36849,003	282765,301	4741178,335	49,317	6144,862	1028643,050

Sumber : Perhitungan 2022

	Log I	= Log (352,065)	= 2,547
Keterangan :	Log t x Log I	= 0,699 x 2,547	= 1,780
I	= Didapat dari tabel 4.12	Log t ²	= 0,699 ² = 0,489
Log t	= Log (5)		= 0,699

$$\begin{aligned}
 t \times I &= 5 \times 352,065 &= 1760,323 & \sqrt{t} &= \sqrt{5} &= 2,236 \\
 I^2 &= 352,065^2 &= 123949,424 & I \times \sqrt{t} &= 352,065 \times 2,236 &= 787,240 \\
 t \times I^2 &= 5 \times 123949,424 &= 619747,119 & I^2 \times \sqrt{t} &= 123949,424 \times 2,236 &= 277159,337
 \end{aligned}$$

Tabel 4.19. 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	455,355	0,699	2,658	1,858	0,489	2276,776	207348,38 9	1036741,94 6	2,236	1018,20 5	463645,093
10	340,804	1,000	2,533	2,533	1,000	3408,044	116147,63 4	1161476,33 8	3,162	1077,71 8	367291,068
20	237,668	1,301	2,376	3,091	1,693	4753,356	56485,973	1129719,46 4	4,472	1062,88 3	252612,952
30	188,514	1,477	2,275	3,361	2,182	5655,412	35537,429	1066122,87 9	5,477	1032,53 2	194646,517
40	158,830	1,602	2,201	3,526	2,567	6353,210	25227,047	1009081,86 3	6,325	1004,53 1	159549,852
60	123,766	1,778	2,093	3,721	3,162	7425,942	15317,948	919076,871 4	7,746	958,685	118652,314
80	103,197	1,903	2,014	3,832	3,622	8255,768	10649,641	851971,269 4	8,944	923,023	95253,284
120	79,429	2,079	1,900	3,950	4,323	9531,468	6308,951	757074,078 8	10,95 4	870,100	69111,092
Jumlah	1687,563	11,84 0	18,04 9	25,872	19,03 6	47659,97 6	473023,01 1	7931264,70 9	49,31 7	7947,67 7	1720762,17 0

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :				$t \times I$	$= 5 \times 455,355$	$= 2276,776$
I	= Didapat dari tabel 4.12			I^2	$= 455,355^2$	$= 207348,389$
Log t	$= \text{Log}(5)$	$= 0,699$		$t \times I^2$	$= 5 \times 207348,389$	$= 1036741,946$
Log I	$= \text{Log}(455,355)$	$= 2,658$		\sqrt{t}	$= \sqrt{5}$	$= 2,236$
Log t x Log I	$= 0,699 \times 2,658$	$= 1,858$		$I \times \sqrt{t}$	$= 455,355 \times 2,236$	$= 1018,205$
Log t ²	$= 0,699^2$	$= 0,489$		$I^2 \times \sqrt{t}$	$= 207348,389 \times 2,236$	$= 463645,093$

Tabel 4.20. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 20 Tahun

t (menit)	I (mm/menit)	Log t	Log I	Log t x Log I	Log t ²	t x I	I ²	t x I ²	\sqrt{t}	I x \sqrt{t}	I ² x \sqrt{t}
5	584,421	0,699	2,767	1,934	0,489	2922,103	341547,399	1707736,997	2,236	1306.804	763723,202
10	437,402	1,000	2,641	2,641	1,000	4374,016	191320,137	1913201,372	3,162	1383.185	605007,396
20	305,032	1,301	2,484	3,232	1,693	6100,641	93044,549	1860890,970	4,472	1364.145	416107,871
30	241,946	1,477	2,384	3,521	2,182	7258,375	58537,790	1756133,713	5,477	1325.192	320624,683
40	203,849	1,602	2,309	3,700	2,567	8153,956	41554,372	1662174,890	6,325	1289.254	262812,926
60	158,846	1,778	2,201	3,914	3,162	9530,742	25231,955	1513917,308	7,746	1230.413	195445,884
80	132,447	1,903	2,122	4,038	3,622	10595,773	17542,249	1403379,947	8,944	1184.643	156902,648
120	101,942	2,079	2,008	4,176	4,323	12233,056	10392,199	1247063,861	10,954	1116,720	113840,835

Jumlah	2165,884	11,840	18,916	27,155	19,036	61168,661	779170,651	13064499,058	49,317	10200,357	2834465,445
--------	----------	--------	--------	--------	--------	-----------	------------	--------------	--------	-----------	-------------

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :			$t \times I$	$= 5 \times 584,421$	$= 2922,103$
I	$=$ Didapat dari tabel 4.12		I^2	$= 584,421^2$	$= 341547,399$
Log t	$= \text{Log}(5)$	$= 0,699$	$t \times I^2$	$= 5 \times 341547,399$	$= 1707736,997$
Log I	$= \text{Log}(584,421)$	$= 2,767$	\sqrt{t}	$= \sqrt{5}$	$= 2,236$
Log t x Log I	$= 0,699 \times 2,767$	$= 1,934$	$I \times \sqrt{t}$	$= 584,421 \times 2,236$	$= 1306.804$
Log t ²	$= 0,699^2$	$= 0,489$	$I^2 \times \sqrt{t}$	$= 341547,399 \times 2,236$	$= 763723,202$

Tabel 4.21. 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	736,862	0,699	2,867	2,004	0,489	3684,309	542965,209	2714826,047	2,236	1647,673	1214107,118
10	551,494	1,000	2,742	2,742	1,000	5514,941	304145,716	3041457,16	3,162	1743,977	961793,203
20	384,597	1,301	2,585	3,363	1,693	7691,941	147914,910	2958298,196	4,472	1719,970	661495,586
30	305,055	1,477	2,484	3,670	2,182	9151,661	93058,778	2791763,343	5,477	1670,857	509703,919
40	257,021	1,602	2,410	3,861	2,567	10280,846	66059,875	2642394,991	6,325	1625,545	417799,332
60	200,279	1,778	2,302	4,093	3,162	12016,755	40111,779	2406706,741	7,746	1551,356	310704,504
80	166,995	1,903	2,223	4,230	3,622	13359,590	27887,289	2230983,132	8,944	1493,648	249431,497

120	128,533	2,079	2,109	4,385	4,323	15423,945	16520,701	1982484,105	10,954	1408,007	180975,211
Jumlah	2730,836	11,840	19,722	28,347	19,036	77123,989	1238664,257	20768913,717	49,317	12861,033	4506010,371

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :

I = Didapat dari tabel 4.12

Log t = Log (5) = 0,699

Log I = Log (736,862) = 2,867

Log t x Log I = 0,699 x 2,867 = 2,004

Log t² = 0,699² = 0,489

t x I = 5 x 736,862 = 3684,309

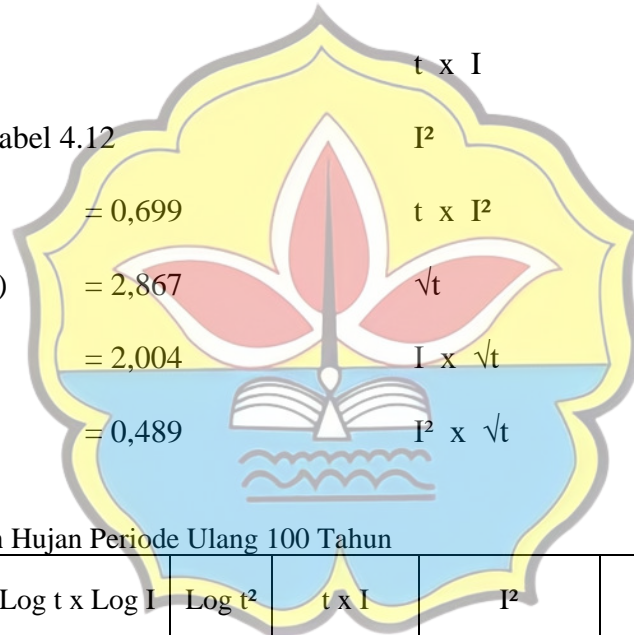
I² = 736,862² = 542965,209

t x I² = 5 x 542965,209 = 2714826,047

√t = √5 = 2,236

I x √t = 736,862 x 2,236 = 1647,673

I² x √t = 542965,209 x 2,236 = 1214107,118



Tabel 4.22. 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	876,876	0,699	2,943	2,057	0,489	4384,378	768910,952	3844554,759	2,236	1960,754	1719337,157
10	656,286	1,000	2,817	2,817	1,000	6562,856	430710,786	4307107,858	3,162	2075,357	1362027,096
20	457,676	1,301	2,661	3,461	1,693	9153,517	209467,185	4189343,704	4,472	2046,789	936765,730

30	363,020	1,477	2,560	3,781	2,182	10890,604	131783,607	3953508,203	5,477	1988,343	721808,541
40	305,859	1,602	2,486	3,982	2,567	12234,350	93549,569	3741982,750	6,325	1934,421	591659,423
60	238,335	1,778	2,377	4,227	3,162	14300,105	56803,614	3408216,842	7,746	1846,136	439998,902
80	198,726	1,903	2,298	4,374	3,622	15898,098	39492,110	3159368,840	8,944	1777,461	353228,175
120	152,956	2,079	2,185	4,542	4,323	18354,709	23395,510	2807461,167	10,954	1675,548	256284,968
Jumlah	3249,733	11,840	20,326	29,242	19,036	91778,616	1754113,333	29411544,122	49,317	15304,808	6381109,993

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :

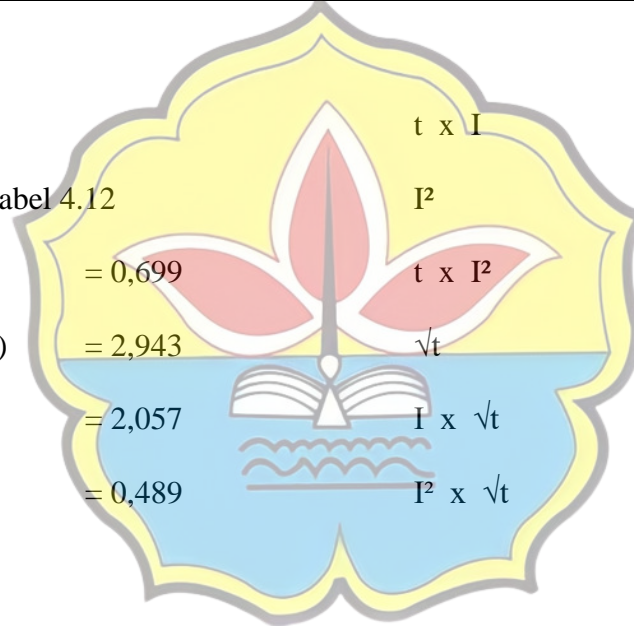
I = Didapat dari tabel 4.12

Log t = Log (5) = 0,699

Log I = Log (876,876) = 2,943

Log t x Log I = 0,699 x 2,943 = 2,057

Log t² = 0,699² = 0,489



$$t \times I = 5 \times 876,876 = 4384,378$$

$$I^2 = 876,876^2 = 768910,952$$

$$t \times I^2 = 5 \times 768910,952 = 3844554,759$$

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

$$I \times \sqrt{t} = 876,876 \times 2,236 = 1960,754$$

$$I^2 \times \sqrt{t} = 768910,952 \times 2,236 = 1719337,157$$

Tabel 4.23. Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang Tiga Metode

Periode Ulang Tahun (T)	Talbot		Ishiguro		Sherman		
	a	b	a	b	Log a	n	a
2	4929,992	18,134	460,471	-0,378	2,779	0,555	601,603
5	7563,693	18,134	706,464	-0,378	2,965	0,555	922,991
10	9782,772	18,134	913,730	-0,378	3,077	0,555	1193,784
20	12555,589	18,134	1172,717	-0,378	3,185	0,555	1532,148
50	15830,609	18,134	1478,610	-0,378	3,286	0,555	1931,796
100	18838,644	18,134	1759,567	-0,378	3,362	0,555	2298,864

Sumber : Perhitungan 2022

1) Talbot

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\sum (t \times I) \times \sum (I^2) - \sum (I^2 \times t) \times \sum (I)}{N \times \sum (I^2) - \sum (I) \times \sum (I)} \\
 &= \frac{(24018,071) \times (120129,836) - (2014239,277) \times (850,441)}{8 \times (120129,836) - (850,441) \times (850,441)} \\
 &= 4929,992 \\
 b &= \frac{\sum (I) \times \sum (t \times I) - N \times \sum (I^2 \times t)}{N \times \sum (I^2) - \sum (I) \times \sum (I)} \\
 &= \frac{(850,441) \times (24018,071) - 8 \times (2014239,277)}{8 \times (120129,836) - (850,441) \times (850,441)} \\
 &= 18,134
 \end{aligned}$$

2) Ishiguro

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\sum (I \sqrt{t}) \times \sum (I^2) - \sum (I^2 \times \sqrt{t}) \times \sum (I)}{N \times \sum (I^2) - \sum (I) \times \sum (I)} \\
 &= \frac{(4005,203) \times (120129,836) - (437008,078) \times (850,441)}{8 \times (120129,836) - (120129,836) \times (120129,836)} \\
 &= 460,471 \\
 b &= \frac{\sum (I) \times \sum (I \sqrt{t}) - N \times \sum (I^2 \times \sqrt{t})}{N \times \sum (I^2) - \sum (I) \times \sum (I)} \\
 &= \frac{(850,441) \times (4005,203) - 8 \times (437008,078)}{8 \times (120129,836) - (850,441) \times (850,441)} \\
 &= -0,378
 \end{aligned}$$

3) Sherman

$$\begin{aligned} \text{Log } a &= \frac{\Sigma (\text{Log } I) \times \Sigma (\text{Log } t)^2 - \Sigma (\text{Log } t \times \text{Log } I) \times \Sigma (\text{Log } t)}{N \times \Sigma (\text{Log } t)^2 - \Sigma (\text{Log } t) \times \Sigma (\text{Log } t)} \\ &= \frac{(15,668) \times (19,036) - (22,349) \times (11,840)}{8 \times (19,036) - (11,840) \times (11,840)} \\ &= 2,770 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= 10^{\text{Log } a} \\ &= 10^{\text{Log } 2,779} \\ &= 601,603 \end{aligned}$$

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

1). Perhitungan Intensitas Durasi Metode Talbot

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

Tabel 4.24. 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	213,106	326,952	422,875	542,734	684,302	814,329
2	10	175,233	268,846	347,721	446,279	562,687	669,605
3	20	129,281	198,345	256,537	329,250	415,132	494,012
4	30	102,422	157,138	203,241	260,847	328,886	391,379
5	40	84,804	130,108	168,280	215,977	272,313	324,056
6	60	63,097	96,804	125,205	160,693	202,609	241,107
7	80	50,237	77,075	99,688	127,943	161,316	191,969
8	120	35,690	54,756	70,821	90,894	114,603	136,380

Sumber : Perhitungan 2022

Dimana :

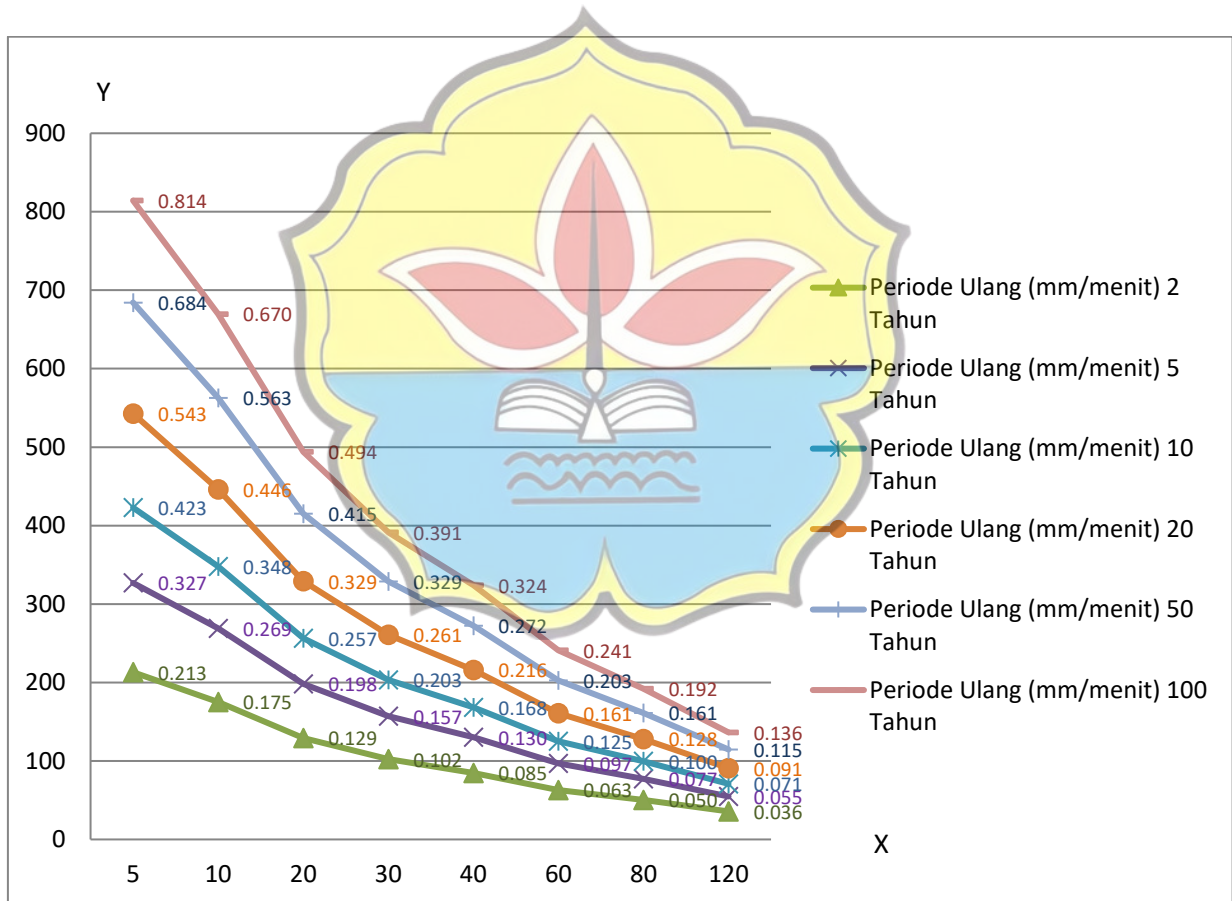
$$I = \frac{a}{t+b}$$

$$= \frac{4929,992}{5+18,134} = 213,106$$

Keterangan :

a dan b = dari perhitungan pada tabel 4.25

t = durasi (menit)



Gambar 4.6 Grafik Intensitas Durasi Metode Talbot

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :

X = Durasi (menit)

Y = Curah Hujan

2). Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Ishiguro*

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

Tabel 4.25. 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	247,817	380,206	491,754	631,136	795,762	946,968
2	10	165,380	253,730	328,170	421,187	531,050	631,957
3	20	112,470	172,553	223,178	286,436	361,150	429,773
4	30	90,301	138,542	179,189	229,978	289,965	345,063
5	40	77,434	118,801	153,656	197,208	248,648	295,895
6	60	62,496	95,883	124,013	159,163	200,680	238,812
7	80	53,754	82,470	106,666	136,899	172,608	205,405
8	120	43,537	66,796	86,393	110,880	139,802	166,366

Sumber : Perhitungan 2022

Dimana :

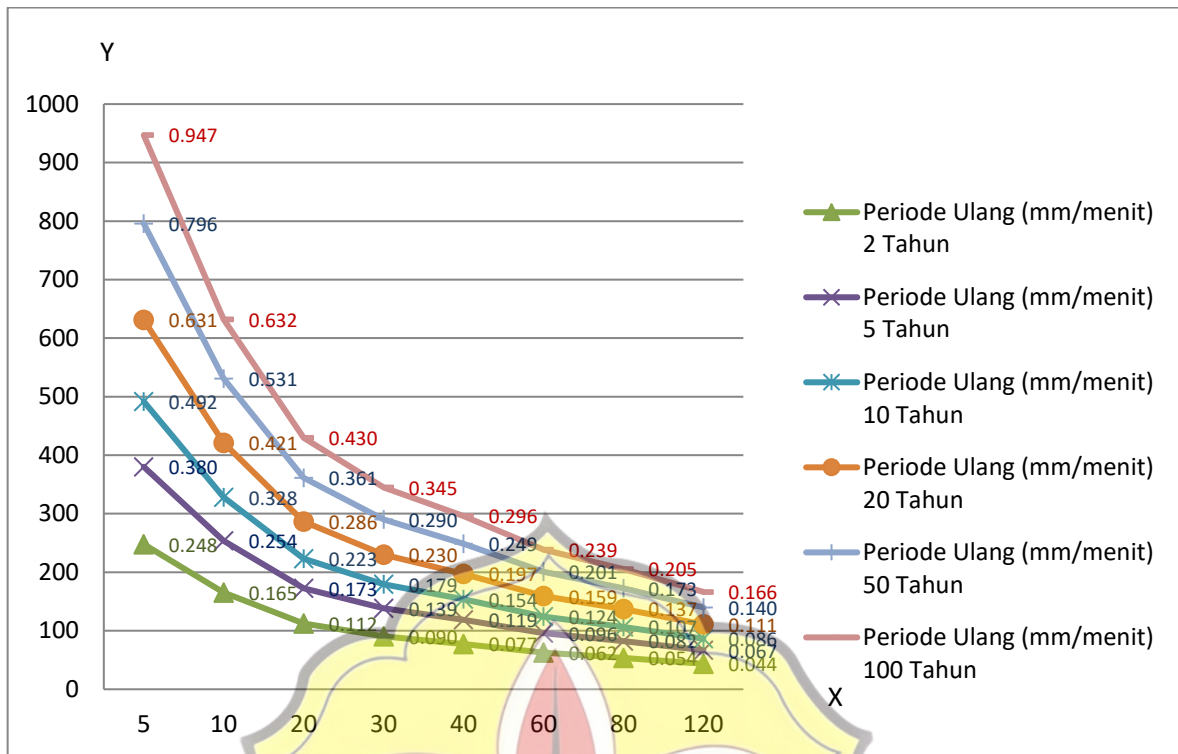
Keterangan :

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

a dan b = dari perhitungan pada tabel 4.25

$$= \frac{460,471}{\sqrt{5+ -0,378}} = 247,817$$

t = durasi (menit)



Gambar 4.7 Grafik Intensitas Durasi Metode Ishiguro

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :

X = Durasi (menit)

Y = Curah Hujan

3). Perhitungan Intensitas Durasi Metode Sherman

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

Tabel 4.26. 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	246,418	378,059	488,976	627,571	791,268	941,620
2	10	167,774	257,403	332,921	427,284	538,737	641,105
3	20	114,230	175,254	226,671	290,918	366,801	436,498
4	30	91,227	139,962	181,025	232,334	292,936	348,598
5	40	77,774	119,322	154,329	198,072	249,738	297,191
6	60	62,112	95,293	123,251	158,185	199,447	237,344

7	80	52,952	81,241	105,076	134,858	170,035	202,344
8	120	42,289	64,881	83,916	107,701	135,794	161,597

Sumber : Perhitungan 2022

Dimana :

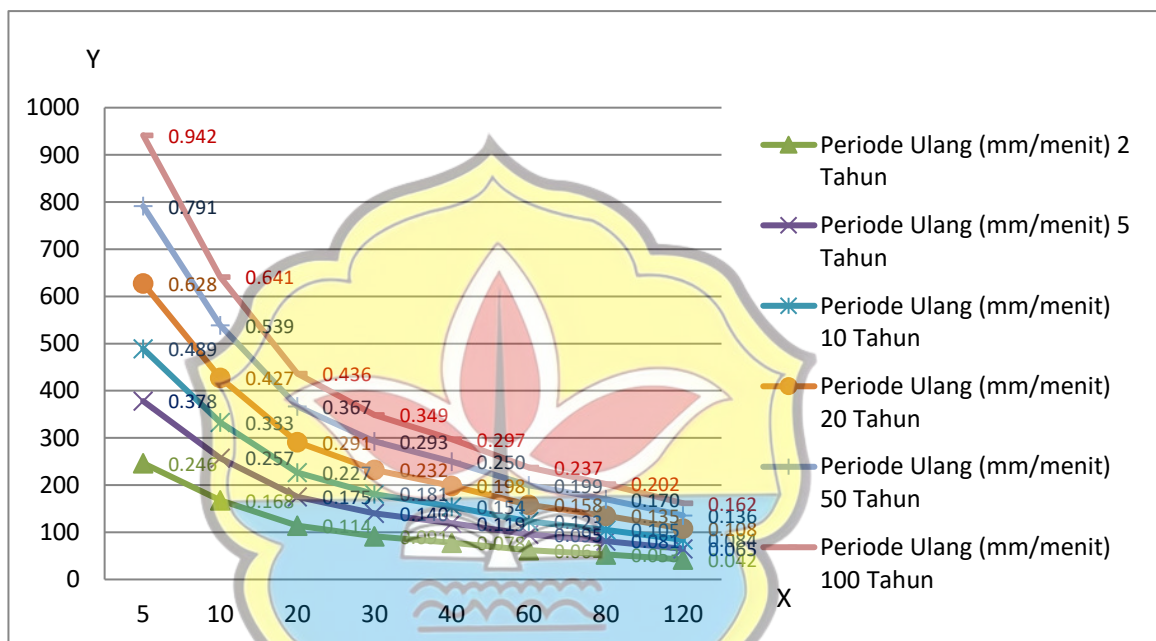
$$I = \frac{a}{t^n}$$

$$= \frac{588,535}{5^{0,555}} = 246,418$$

Keterangan :

a = dari perhitungan pada tabel 4.25

t = durasi (menit)



Gambar 4.8 Grafik Intensitas Durasi Metode Sherma

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :

X = Durasi (menit)

Y = Curah Hujan

Tabel 4.27. Perhitungan Standar Deviasi Rumus Talbot, Ishiguro dan Sherman Periode Ulang 2 Tahun

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (2 Tahun)	Talbot		Ishiguro		Sherman	
	1	2	3	4 = (2-3) ²	5	6 = (2-5) ²	7	8 = (2-7) ²
1	5	229,475	213,106	267,922	247,817	336,458	246,418	287,075
2	10	171,747	175,233	12,150	165,380	40,536	167,774	15,782
3	20	119,772	129,281	90,423	112,470	53,319	114,230	30,714

4	30	95,001	102,422	55,079	90,301	22,084	91,227	14,244
5	40	80,042	84,804	22,677	77,434	6,799	77,774	5,145
6	60	62,371	63,097	0,526	62,496	0,016	62,112	0,067
7	80	52,006	50,237	3,127	53,754	3,055	52,952	0,896
8	120	40,028	35,690	18,818	43,537	12,315	42,289	5,113
Jumlah				470,722		474,582		359,037
Standar Deviasi				7,605		7,637		6,624

Sumber : Perhitungan 2022

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.12 Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.25

Talbot(3) = didapat dari tabel 4.24 Sherman(7) = didapat dari tabel 4.26

Tabel 4.28. Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 5 Tahun

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (5 Tahun)	<i>Talbot</i>	<i>Ishiguro</i>	<i>Sherman</i>			
	1	2	3	4 = (2-3) ²	5	6 = (2-5) ²	7	8 = (2-7) ²
1	5	352,065	326,952	630,643	380,206	791,966	378,059	675,726
2	10	263,498	268,846	28,599	253,730	95,415	257,403	37,149
3	20	183,756	198,345	212,840	172,553	125,504	175,254	72,296
4	30	145,752	157,138	129,647	138,542	51,981	139,962	33,528
5	40	122,802	130,108	53,379	118,801	16,004	119,322	12,110
6	60	95,691	96,804	1,239	95,883	0,037	95,293	0,158
7	80	79,788	77,075	7,361	82,470	7,191	81,241	2,110
8	120	61,412	54,756	44,294	66,796	28,988	64,881	12,036
Jumlah				1108,001		1117,087		845,112
Standar Deviasi				11,726		11,774		10,229

Sumber : Perhitungan 2022

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.12 Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.25

Talbot(3) = didapat dari tabel 4.24 Sherman(7) = didapat dari tabel 4.26

Tabel 4.29. Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 10 Tahun

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (10 Tahun)	Talbot		Ishiguro		Sherman	
	1	2	3	$4 = (2-3)^2$	5	$6 = (2-5)^2$	7	$8 = (2-7)^2$
1	5	455,355	422,875	1054,969	491,754	1324,838	488,976	1130,385
2	10	340,804	347,721	47,841	328,170	159,615	332,921	62,145
3	20	237,668	256,537	356,048	223,178	209,949	226,671	120,940
4	30	188,514	203,241	216,879	179,189	86,957	181,025	56,087
5	40	158,830	168,280	89,294	153,656	26,772	154,329	20,258
6	60	123,766	125,205	2,072	124,013	0,061	123,251	0,265
7	80	103,197	99,688	12,314	106,666	12,030	105,076	3,529
8	120	79,429	70,821	74,098	86,393	48,493	83,916	20,134
Jumlah			1853,515		1868,715		1413,743	
Standar Deviasi			15,188		15,251		13,256	

Sumber : Perhitungan 2022

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.12 Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.25

Talbot(3) = didapat dari tabel 4.24 Sherman(7) = didapat dari tabel 4.26

Tabel 4.29. Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 10 Tahun

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	Pi (20 Tahun)	Talbot		Ishiguro		Sherman	
	1	2	3	$4 = (2-3)^2$	5	$6 = (2-5)^2$	7	$8 = (2-7)^2$
1	5	584,421	542,734	1737,761	631,136	2182,293	627,571	1861,988
2	10	437,402	446,279	78,805	421,187	262,921	427,284	102,365
3	20	305,032	329,250	586,487	286,436	345,831	290,918	199,214
4	30	241,946	260,847	357,246	229,978	143,237	232,334	92,388
5	40	203,849	215,977	147,087	197,208	44,099	198,072	33,369
6	60	158,846	160,693	3,413	159,163	0,101	158,185	0,436
7	80	132,447	127,943	20,284	136,899	19,816	134,858	5,813
8	120	101,942	90,894	122,055	110,880	79,878	107,701	33,165
Jumlah			3053,138		3078,176		2328,738	
Standar Deviasi			19,510		19,590		17,032	

Sumber : Perhitungan 2022

Dimana :

$P_i(2)$ = didapat dari tabel 4.12 Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.25

Talbot(3) = didapat dari tabel 4.24 Sherman(7) = didapat dari tabel 4.26

Tabel 4.31. Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 50 Tahun

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	P_i (50 Tahun)	<i>Talbot</i>		<i>Ishiguro</i>		<i>Sherman</i>	
	1	2	3	$4 = (2-3)^2$	5	$6 = (2-5)^2$	7	$8 = (2-7)^2$
1	5	736,862	684,302	2762,556	795,762	3469,238	791,268	2960,042
2	10	551,494	562,687	125,277	531,050	417,971	538,737	162,732
3	20	384,597	415,132	932,352	361,150	549,774	366,801	316,695
4	30	305,055	328,886	567,922	289,965	227,706	292,936	146,871
5	40	257,021	272,313	233,828	248,648	70,105	249,738	53,048
6	60	200,279	202,609	5,426	200,680	0,160	199,447	0,693
7	80	166,995	161,316	32,246	172,608	31,503	170,035	9,241
8	120	128,533	114,603	194,033	139,802	126,984	135,794	52,723
Jumlah				4853,639		4893,442		3702,045
Standar Deviasi				24,611		24,712		21,489

Sumber : Perhitungan 2022

Dimana :

$P_i(2)$ = didapat dari tabel 4.12 Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.25

Talbot(3) = didapat dari tabel 4.24 Sherman(7) = didapat dari tabel 4.26

Tabel 4.32. Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* Periode Ulang 100 Tahun

No	I Terukur		I Rumus					
	(menit)	P_i (100 Tahun)	<i>Talbot</i>		<i>Ishiguro</i>		<i>Sherman</i>	
	1	2	3	$4 = (2-3)^2$	5	$6 = (2-5)^2$	7	$8 = (2-7)^2$
1	5	876,876	814,329	3912,147	946,968	4912,902	941,620	4191,813
2	10	656,286	669,605	177,409	631,957	591,902	641,105	230,451
3	20	457,676	494,012	1320,334	429,773	778,554	436,498	448,483
4	30	363,020	391,379	804,253	345,063	322,462	348,598	207,989

5	40	305,859	324,056	331,131	295,895	99,278	297,191	75,123
6	60	238,335	241,107	7,683	238,812	0,227	237,344	0,982
7	80	198,726	191,969	45,665	205,405	44,612	202,344	13,086
8	120	152,956	136,380	274,777	166,366	179,827	161,597	74,662
Jumlah				10133,637		6929,765		5242,588
Standar Deviasi				35,577		29,415		25,580

Sumber : Perhitungan 2022

Dimana :

$Pi(2)$ = didapat dari tabel 4.12 Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.25

Talbot(3) = didapat dari tabel 4.24 Sherman(7) = didapat dari tabel 4.26

Tabel 4.33. Rekapitulasi Perhitungan Standar Deviasi Rumus *Talbot*, *Ishiguro* dan *Sherman* untuk Berbagai Periode Ulang (Tahun)

No	Periode Ulang (Tahun)	Metode Talbot	Metode Ishiguro	Metode Sherman
1	2	7,605	7,637	6,624
2	5	11,726	11,774	10,229
3	10	15,188	15,251	13,256
4	20	19,510	19,590	17,032
5	50	24,611	24,712	21,489
6	100	35,577	29,415	25,580

Sumber : Perhitungan 2022

Catatan :

Dari analisis data tersebut diatas dapat dipilih rumus sebagai persamaan regresi intensitas hujan rencana adalah rumus yang mempunyai standard deviasi terkecil.

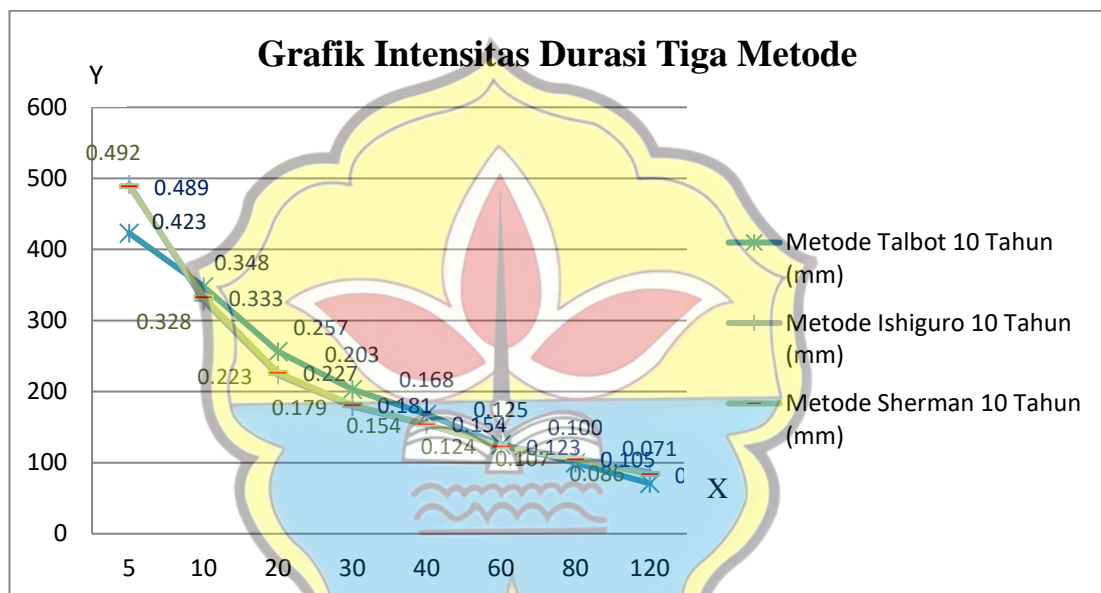
Mengacu pada tabel 4.33, dapat disimpulkan bahwa rumus yang sesuai untuk menentukan *Kurve IDF* dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun adalah rumus dari **Metode Sherman**.

Tabel 4.34. Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Durasi Tiga Metode

No	Durasi	Metode Talbot	Metode Ishiguro	Metode Sherman
----	--------	---------------	-----------------	----------------

	(menit)	10 Tahun (mm)	10 Tahun (mm)	10 Tahun (mm)
1	5	422,875	491,754	488,976
2	10	347,721	328,170	332,921
3	20	256,537	223,178	226,671
4	30	203,241	179,189	181,025
5	40	168,280	153,656	154,329
6	60	125,205	124,013	123,251
7	80	99,688	106,666	105,076
8	120	70,821	86,393	83,916

Sumber : Perhitungan 2022



Gambar 4.9 Grafik Intensitas Durasi Tiga Metode

Sumber : Perhitungan 2022

Keterangan :

X = Durasi (menit)

Y = Curah Hujan

4.6 Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran

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

Tabel 4.35. 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 (So) untuk Saluran.

ketinggian didapat yang tertinggi 3 meter dan terendah 2,5 meter, maka :

$$V = \text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah} = 3 - 2.5 = 0,5 \text{ meter}$$

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

Dengan panjang sungai exciting = 150 meter,

$$So = \frac{3-2,5}{150} = 0,0030$$

4.7 Mencari Koefisien Pengaliran (C)

Berdasarkan hasil survey di lokasi, maka dapat disimpulkan bahwa perumahan atau pemukiman yang ada di sekitar Sungai Jelutung, termasuk perumahan kerapatan sedang. Maka untuk besarnya nilai koefisien pengaliran (C) diambil sesuai zona, disini penulis mengambil nilai sebesar 0,55. Koefisien pengaliran tersebut didapat dari tabel 4.38.

Tabel 4.36. 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

$$C_i = \frac{0.40 + 0.70}{2} = \frac{1.10}{2} = 0,55$$

4.7.1 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) :

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

$$= \frac{0,0195}{60} \times \left(\frac{150}{\sqrt{0,0030}} \right)^{0,77} = 0,144 \text{ Jam}$$

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

$$= \frac{150}{3600 \times 0,60} = 0,069 \text{ jam}$$

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

$$= \left(\frac{0,87 \times 0,15^2}{1000 \times 0,0030} \right)^{0,385} = 0,144 \text{ jam}$$

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

$$= \frac{2(0,144)}{2(0,144)+0,069} = 0,807$$

$$X_t = 123,251 \text{ mm}$$

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{T_c}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{123,251}{24} \times \left(\frac{24}{0,144}\right)^{\frac{2}{3}} = 155,529 \text{ mm/jam}$$

4.8 Perhitungan Debit Rencana

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

$$\text{Dengan } A_i = 0,60 \text{ km}^2$$

$$\text{Nilai } I_t = 155,529 \text{ mm/jam}$$

$$\text{Nilai } \sum A_i C_i = 0,60 \times 0,55 = 0,330 \text{ km}^2$$

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

$$\begin{aligned} Q_r &= 0,278 \times I \times A_i \times C_i \\ &= 0,278 \times I \times (\sum A_i \times C_i) \\ &= 0,278 \times 155,529 \times 0,330 = 14,268 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

4.8.1 Nilai Koefisien Manning

Nilai koefisien Manning didapatkan berdasarkan pada perhitungan dan diambil nilai koefisien manning adalah 0,022 karena bahan saluran adalah saluran tanah bersih.

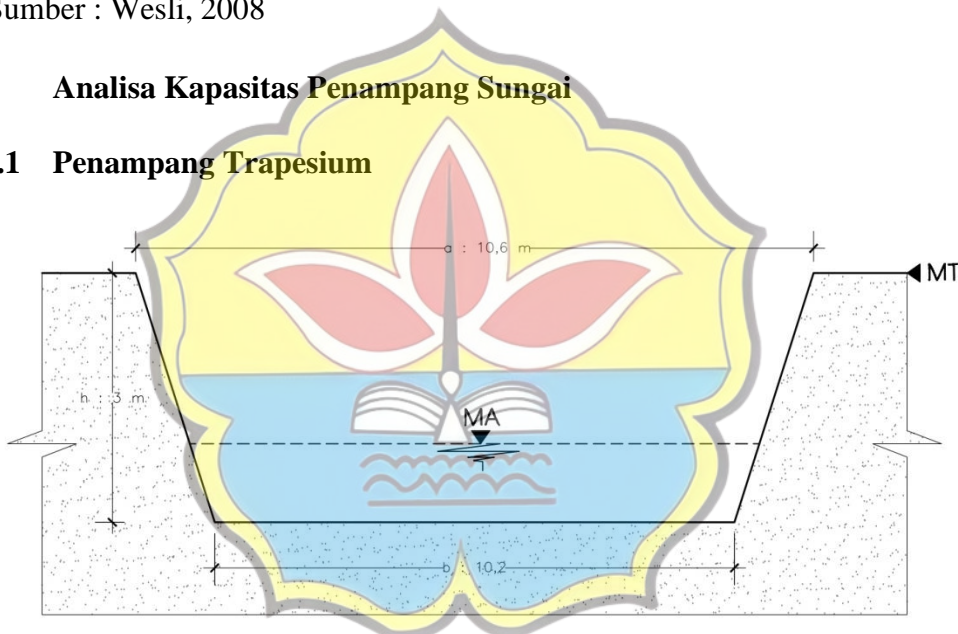
Tabel 4.37 Koefisien *Manning*

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

Sumber : Wesli, 2008

4.9 Analisa Kapasitas Penampang Sungai

4.9.1 Penampang Trapesium



Gambar 4.10 Penampang Trapesium

Sumber : Data Olahan, 2022

- a). Luas Penampang (*A*) = $(b + m \cdot h) \cdot h$
 $= (10,2 + 1 \times 3) \times 3 = 39,6 \text{ m}^2$
- b). Keliling Basah (*P*) = $b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{m^2 + 1}$
 $= 10,2 + 2 \times 3 \sqrt{1^2 + 1} = 18,685 \text{ m}$
- c). Jari-jari Hidrolis (*R*) = $\frac{A}{P} = \frac{39,6}{18,685} = 2,119 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{d). Kemiringan (So)} &= \frac{\text{kontur tertinggi-kontur terendah}}{\text{jarak}} \\ &= \frac{3,000-2,995}{150} = 0,00001 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e). Kecepatan Aliran (v)} &= \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,022} \times 2,119^{2/3} \times 0,00001^{1/2} = 0,237 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f). Debit Saluran (} Q_R \text{)} &= A \times V \leq Q_E \\ &= 39,6 \times 0,237 \leq 14,268 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 9,385 \text{ m}^3/\text{detik} \leq 14,268 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan *check* debit kontrol didapat Debit Saluran (Q_R) = 9,385 m³/detik lebih kecil dari Debit Rencana (Q_E) = 14,268 m³/detik maka saluran tidak aman sehingga diperlukan perencanaan ulang

4.9.2 Analisa Kapasitas Penampang Sungai menggunakan HEC-RAS

1. Simulasi Aliran *Steady Flow*

a. Input nilai debit

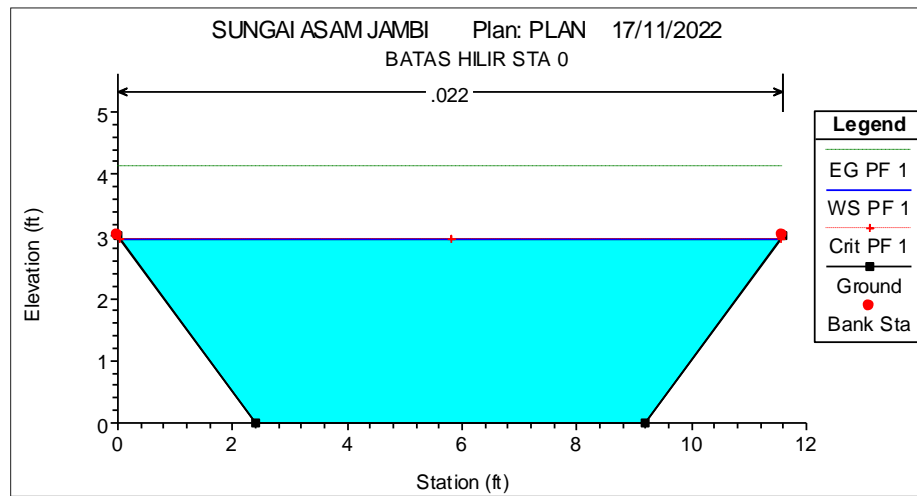
menginput nilai debit rencana yang sudah dihitung sebesar 14,268 m³/detik

b. Input nilai kemiringan

Menginput nilai kemiringan yang sudah dihitung pada kolom *Downstream* yaitu 0.022, klik *Reach Boundary Conditions*

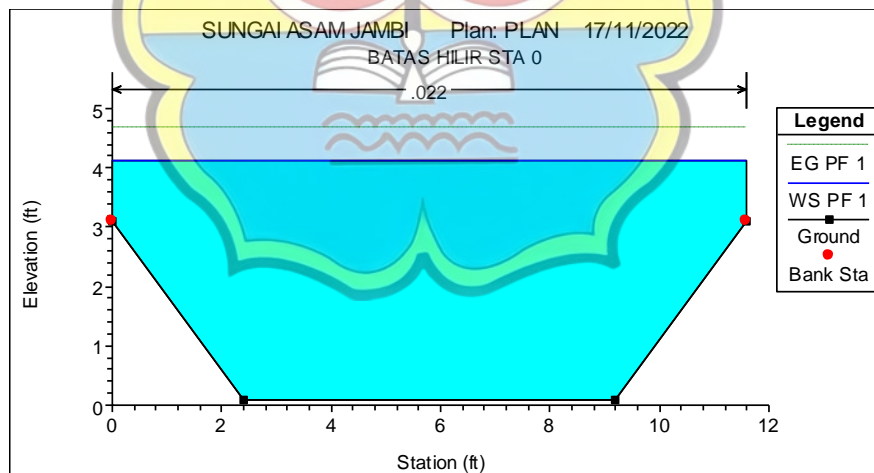
2. Presentasi Hasil Hitungan di Sebuah Tampang Lintang

a. Presentasi Hasil Hitungan untuk STA 0



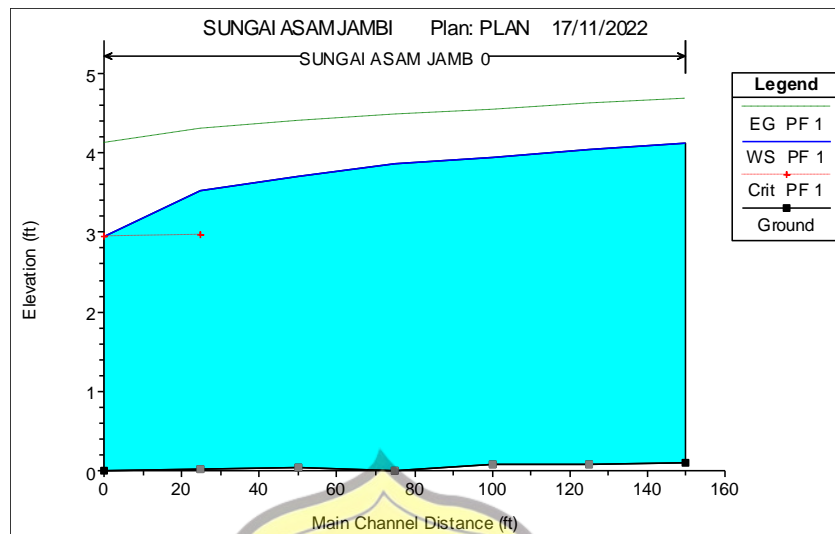
Gambar 4.11 Tampilan Cross Section STA 0
 Sumber : Data Olahan, 2022

b. Presentasi Hasil Hitungan untuk STA 150



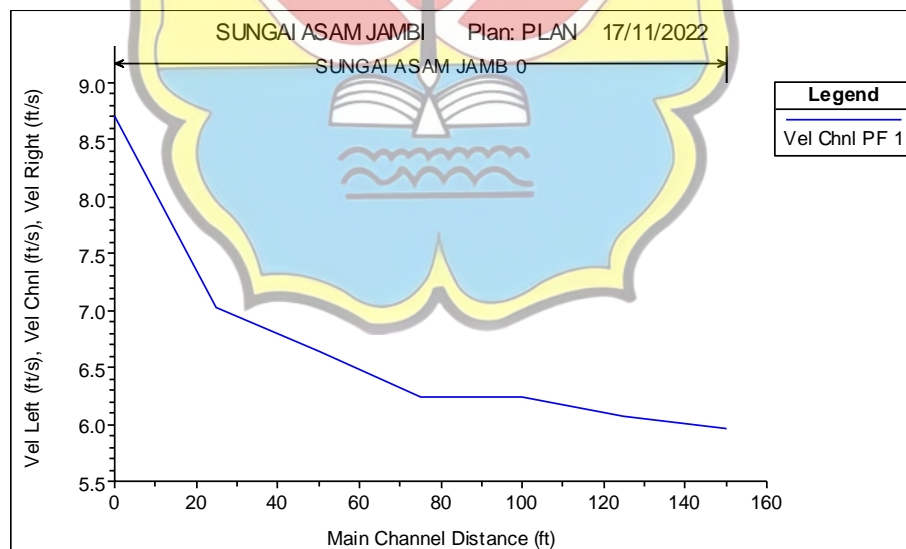
Gambar 4.12 Tampilan Cross Section STA 150
 Sumber : Data Olahan, 2022

3. Presentasi Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Sungai



Gambar 4.13 Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Sungai
Sumber : Data Olahan, 2022

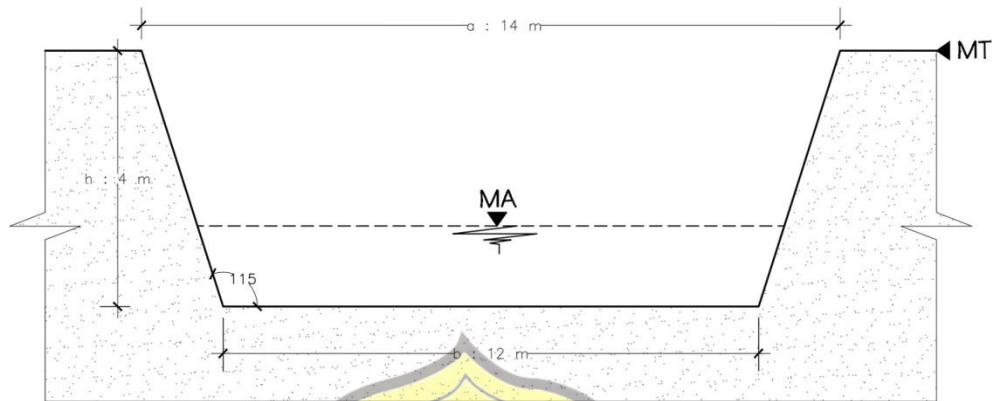
4. Presentasi Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur



Gambar 4.14 Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur
Sumber : Data Olahan, 2022

4.10 Perhitungan Rencana Dimensi Saluran Penampang Sungai

4.10.1 Penampang Trapesium



Gambar 4.15 Penampang Trapesium

Sumber : Data Olahan, 2022

- a). Luas Penampang (A) = $(b + m \cdot h) \cdot h$
 $= (12 + 1 \times 4) \times 4 = 64 \text{ m}^2$
- b). Keliling Basah (P) = $b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{m^2 + 1}$
 $= 12 + 2 \times 4 \sqrt{1^2 + 1} = 23,313 \text{ m}$
- c). Jari-jari Hidrolis (R) = $\frac{A}{P} = \frac{39,6}{18,685} = 2,745 \text{ m}$
- d). Kemiringan (So) = $\frac{\text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah}}{\text{jarak}}$
 $= \frac{3,000 - 2,995}{150} = 0,00001 \text{ m}$
- e). Kecepatan Aliran (v) = $\frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$
 $= \frac{1}{0,022} \times 2,745^{2/3} \times 0,00001^{1/2} = 0,281 \text{ m/detik}$

$$\begin{aligned}
 \text{f). Debit Saluran } (Q_R) &= A \times V && \leq & Q_E \\
 &= 64 \times 0,281 && \leq & 14,268 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 18,035 \text{ m}^3/\text{detik} && \geq & 14,268 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan *check* debit kontrol didapat Debit Saluran (Q_R) = 18,035 m³/detik lebih besar dari Debit Rencana (Q_E) = 14,268 m³/detik maka saluran aman digunakan.

4.10.2 Analisa Kapasitas Penampung Sungai menggunakan HEC-RAS

1. Simulasi Aliran *Steady Flow*

a. Input nilai debit

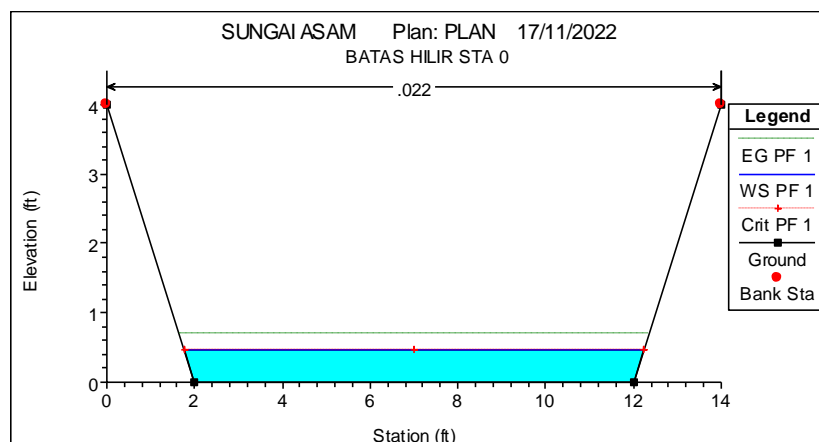
menginput nilai debit rencana yang sudah dihitung sebesar 14,268 m³/detik

b. Input nilai kemiringan

Menginput nilai kemiringan yang sudah dihitung pada kolom *Downstream* yaitu 0.022, klik *Reach Boundary Conditions*

2. Presentasi Hasil Hitungan di Sebuah Tampang Lintang

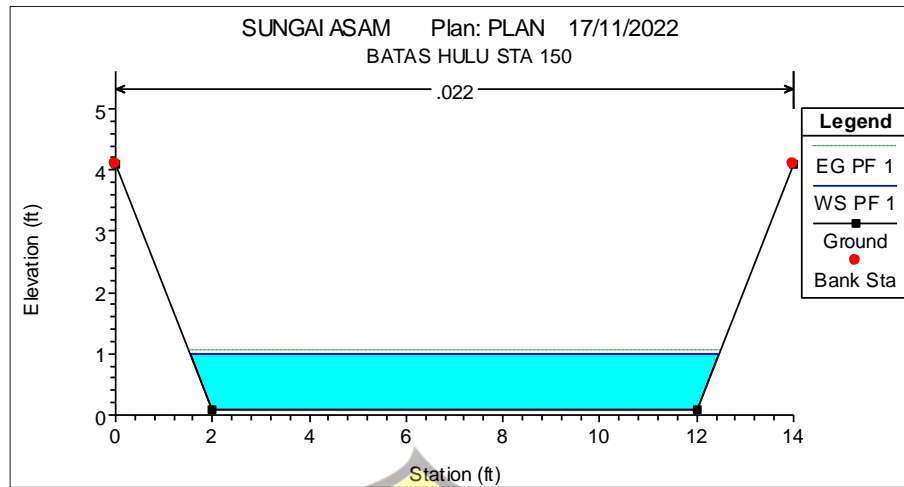
c. Presentasi Hasil Hitungan untuk STA 0



Gambar 4.16 Tampilan *Cross Section* STA 0

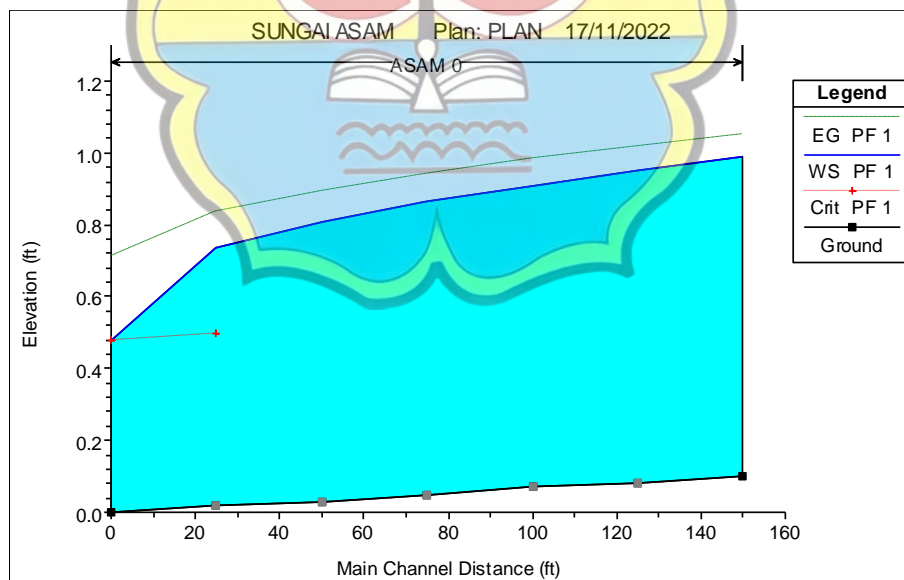
Sumber : Data Olahan, 2022

d. Presentasi Hasil Hitungan untuk STA 150



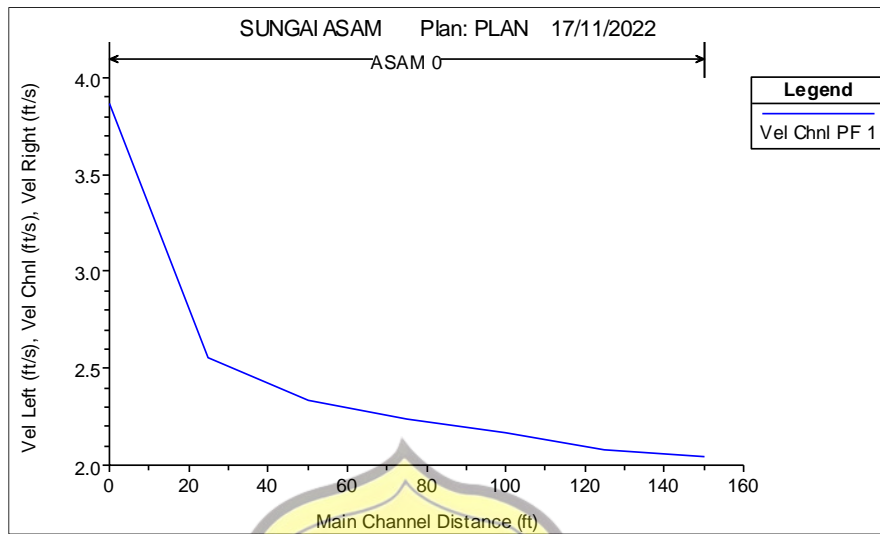
Gambar 4.17 Tampilan *Cross Section* STA 150
 Sumber : Data Olahan, 2022

3. Presentasi Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Sungai



Gambar 4.18 Hasil Hitungan Profil Muka Air di Sepanjang Sungai
 Sumber : Data Olahan, 2022

4. Presentasi Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur



Gambar 4.19 Hasil Hitungan Profil Variabel Aliran di Sepanjang Alur

Sumber : Data Olahan, 2022



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1.1 kesimpulan

Dari uraian pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun maka didapat Intensitas curah hujan dengan durasi 60 menit sebesar = $155,529 \text{ mm/jam}$.
2. Debit banjir Sungai Asam dengan kala ulang 10 tahun sebesar = $14,268 \text{ m}^3/\text{detik}$.
3. Kondisi eksisting Sungai Asam yang telah di normalisasi dengan debit kala ulang 10 tahun tidak mampu menampung debit yang direncanakan sehingga perlu mendesain ulang saluran.

1.2 Saran

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

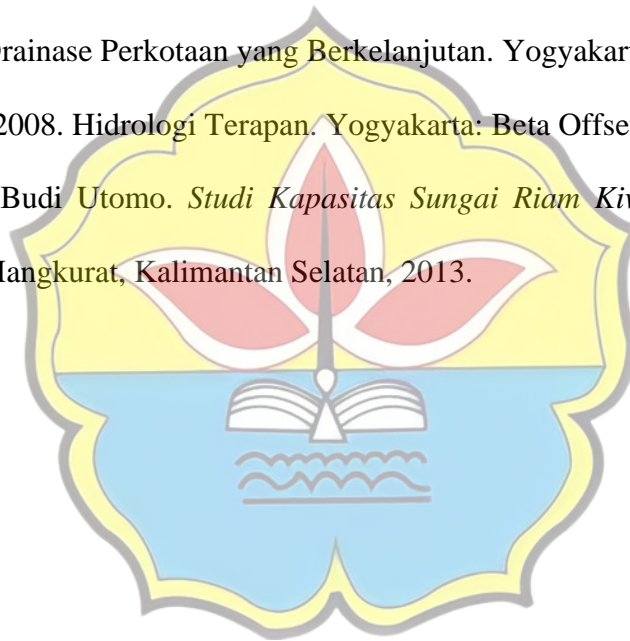
1. Untuk menghindari terjadinya banjir diminta kepada masyarakat Kelurahan Jelutung, khususnya yang tinggal di bantaran sungai untuk merawat dan menjaga sungai tersebut salah satunya dengan tidak membuang sampah ke sungai agar air yang mengalir tidak mengalami hambatan.

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

- Badan Standar Nasional. 2016. SNI 2415-2016 Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana. Jakarta: Departemen Pekerjaan
- Kodoatie, Robert J. 2013. Rekayasa dan Manajemen 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 Sosrodarsono, Suyono & Takeda, Kensaku. 2003. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Soewarno. 1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data. Bandung: Nova.
- 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.
- Noor, M. Azhari Dan Budi Utomo. *Studi Kapasitas Sungai Riam Kiwa Menggunakan HEC-RAS 4.10*, Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan, 2013.









ID WMO : 96195
 NamaStasiun : StasiunMeteorologi Sultan Thaha
 Lintang : -1.63368
 Bujur : 103.64000
 Elevasi : 26

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Bulan	CurahHujan (mm)	CurahHujan (mm)	CurahHujan (mm)	CurahHujan (mm)	CurahHujan (mm)	CurahHujan (mm)	CurahHujan (mm)	CurahHujan (mm)	CurahHujan (mm)	CurahHujan (mm)
January	136	150	92	158	104	129	135	167	152	192
Februari	143	184	26	111	195	191	220	291	86	48
Maret	222	326	101	178	70	196	307	151	232	357
April	244	125	338	304	234	298	212	386	205	239
Mei	266	183	109	134	80	158	290	161	220	231
Juni	53	83	102	35	76	233	87	160	95	145
Juli	108	209	195	73	127	55	31	21	198	186
Agustus	55	73	185	37	199	68	75	3	96	145
September	53	235	67	110	109	216	209	48	182	343
Oktober	277	325	101	36	130	230	138	195	368	236
November	150	171	228	345	209	340	421	95	265	313
Desember	223	29	238	298	140	273	237	148	324	247

Sumber : <https://dataonline.bmkg.go.id>



LAMPIRAN

NILAI K DISTRIBUSI LOG PEARSON TIPE III

Koef Penyimpangan (CS)	Peluang (%)								
	99.01	50	20	10	5	4	2	1	0.5
	Return Period ; Tr (Tahun)								
	1.01	2	5	10	20	25	50	100	200
1.0	-1.5580	-0.1640	0.758	1.340	1.809	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-1.6600	-0.1480	0.769	1.339	1.792	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-1.7730	-0.1320	0.780	1.336	1.774	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-1.8060	-0.1160	0.790	1.333	1.756	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-1.8800	-0.0990	0.800	1.328	1.735	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-1.9550	-0.0830	0.803	1.323	1.714	1.910	2.231	2.686	3.041
0.4	-2.0290	-0.0660	0.816	1.317	1.692	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	-2.1040	-0.0500	0.824	1.309	1.669	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-2.1780	-0.0330	0.830	1.301	1.646	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-2.2520	-0.0170	0.836	1.292	1.621	1.785	2.107	2.400	2.670
0.0	-2.3260	0.0000	0.842	1.282	1.595	1.751	2.054	2.326	2.576
-0.01	-2.4000	0.0170	0.846	1.270	1.567	1.716	2.000	2.252	2.482
-0.02	-2.4720	0.0330	0.850	1.258	1.539	1.680	1.945	2.178	2.388
-0.03	-2.5440	0.0500	0.853	1.245	1.510	1.643	1.890	2.104	2.294
-0.04	-2.6150	0.0660	0.855	1.231	1.481	1.606	1.834	2.029	2.201
-0.05	-2.6860	0.0830	0.856	1.216	1.450	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.06	-2.7550	0.0990	0.857	1.200	1.419	1.528	1.720	1.880	2.016
-0.07	-2.8240	0.1160	0.857	1.183	1.386	1.488	1.663	1.806	1.926
-0.08	-2.8910	0.1320	0.856	1.166	1.354	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.09	-2.9570	0.1480	0.854	1.147	1.120	1.107	1.549	1.660	1.749
-1.0	-3.0220	0.1640	0.852	1.128	1.287	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.1	-3.0220	0.1800	0.848	1.107	1.252	1.324	1.435	1.518	1.581
-1.2	-3.1490	0.1950	0.844	1.086	1.217	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.3	-3.2110	0.2100	0.838	1.064	1.181	1.240	1.324	1.383	1.424
-1.4	-3.2710	0.2250	0.832	1.041	1.146	1.198	1.270	1.318	1.351
-1.5	-3.3300	0.2400	0.825	1.018	1.108	1.157	1.217	1.256	1.282
-1.6	-3.3880	0.2540	0.817	0.994	1.075	1.116	1.166	1.197	1.216
-1.7	-3.4440	0.2680	0.808	0.970	1.040	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.8	-3.4990	0.2820	0.799	0.945	1.005	1.035	1.069	1.087	1.097
-1.9	-3.5530	0.2940	0.788	0.920	0.971	0.996	1.023	1.037	1.044
-2.0	-3.0650	0.3070	0.777	0.895	0.938	0.959	0.980	0.990	0.995
-2.1	-3.6560	0.3190	0.765	0.869	0.905	0.923	0.939	0.946	0.949
-2.2	-3.7050	0.3300	0.752	0.844	0.873	0.888	0.900	0.905	0.907
-2.3	-3.7530	0.3410	0.739	0.819	0.843	0.855	0.864	0.867	0.869
-2.4	-3.8000	0.3510	0.725	0.795	0.814	0.823	0.830	0.832	0.833
-2.5	-3.8450	0.3600	0.711	0.771	0.786	0.793	0.798	0.799	0.800
-2.6	-3.8890	0.3680	0.696	0.747	0.758	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	-3.9320	0.3760	0.681	0.724	0.733	0.738	0.740	0.740	0.741
-2.8	-3.9730	0.3840	0.666	0.702	0.709	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.9	-4.0130	0.3900	0.651	0.681	0.682	0.683	0.689	0.690	0.690
-3.0	-4.0510	0.3960	0.636	0.660	0.664	0.666	0.666	0.667	0.667

(Sumber : Soewarno, 1995)



LAMPIRAN

NILAI KRITIS UNTUK UJI CHI KUADRAT

dk	a derajat kepercayaan							
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.00004	0.00016	0.00098	0.00039	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.010	0.020	0.051	0.103	5.991	7.378	9.210	10.597
3	0.0717	0.115	0.216	0.352	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	11.070	12.832	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	15.507	17.533	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	36.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	36.415	39.364	42.980	45.558
25	10.520	11.524	13.120	14.611	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.160	12.198	13.844	15.379	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.808	12.879	14.573	16.151	40.113	43.194	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.256	16.047	17.708	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.953	16.791	18.493	43.773	46.979	50.892	53.672

(Sumber : Soewarno, 1995)



LAMPIRAN



Gambar Dokumentasi 1 – Sungai Asam saat terjadi hujan deras tahun 2021



Gambar Dokumentasi 2 – Sungai Asam saat terjadi hujan deras tahun 2021



Gambar Dokumentasi 3 – Sungai Asam saat terjadi hujan deras tahun 2021



Gambar Dokumentasi 4 – Genangan yang terjadi pada pemukiman warga akibat sungai meluap tahun 2021



Gambar Dokumentasi 5 – Sungai Asam saat terjadi hujan deras tahun 2021



Gambar Dokumentasi 6 – Survei Lapangan Sungai Asam



17 Mar 2022 11.25.13
253° W
Cempaka Putih
Kecamatan Jelutung
Kota Jambi
Jambi
SUNGAI ASAM

Gambar Dokumentasi 7 – Pengukuran Lebar Penampang Sungai Asam



17 Mar 2022 11.25.00
260° W
Cempaka Putih
Kecamatan Jelutung
Kota Jambi
Jambi
SUNGAI ASAM

Gambar Dokumentasi 8 – Pengukuran Lebar Penampang Sungai Asam



Gambar Dokumentasi 9 – Pengukuran Panjang Sungai Eksisting STA 0 + 000



Gambar Dokumentasi 10 – Pengukuran Panjang Sungai Eksisting STA 0 + 030



Gambar Dokumentasi 11 – Pengukuran Panjang Sungai Eksisting STA 0 + 0600



Gambar Dokumentasi 12 – Pengukuran Panjang Sungai Eksisting STA 0 + 090



Gambar Dokumentasi 13 – Pengukuran Panjang Sungai Eksisting STA 0 + 120



Gambar Dokumentasi 14 – Pengukuran Panjang Sungai Eksisting STA 0 + 150



Gambar Dokumentasi 15 – Pengukuran Panjang Sungai





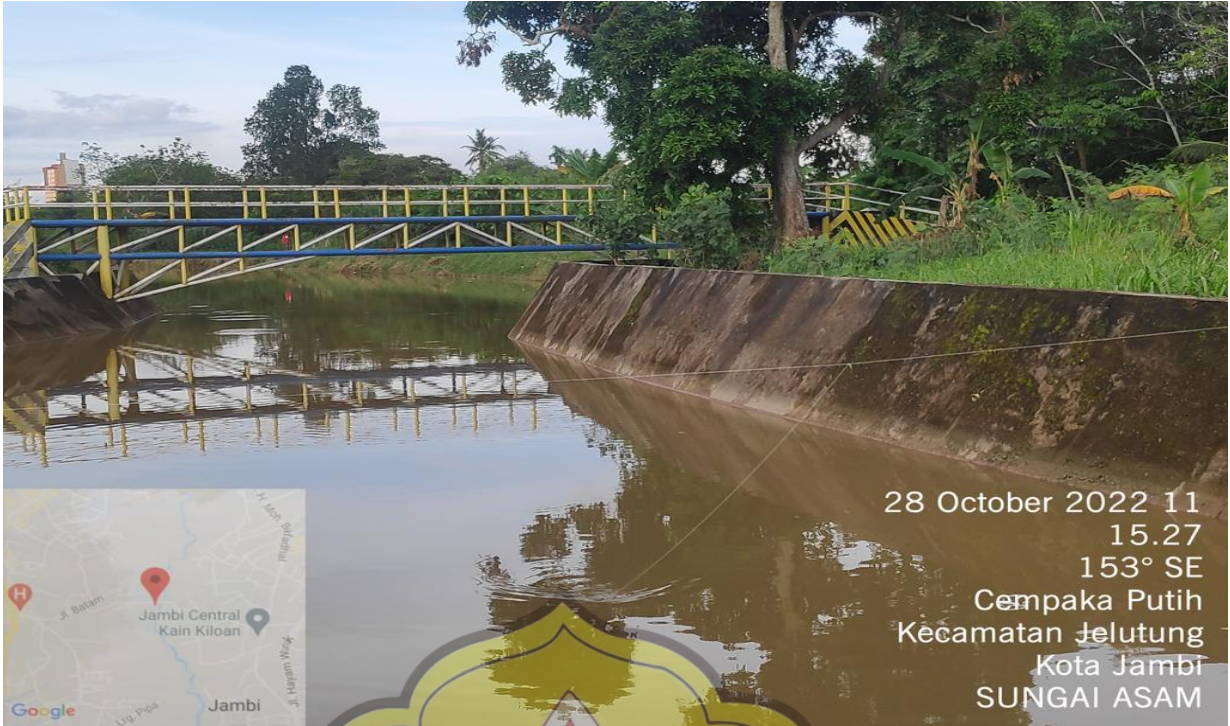
Gambar Dokumentasi 16 – Survei Lapangan



Gambar Dokumentasi 17 – Pengukuran Tinggi Penampang Sungai



Gambar Dokumentasi 18 – Team Survei Sungai Asam

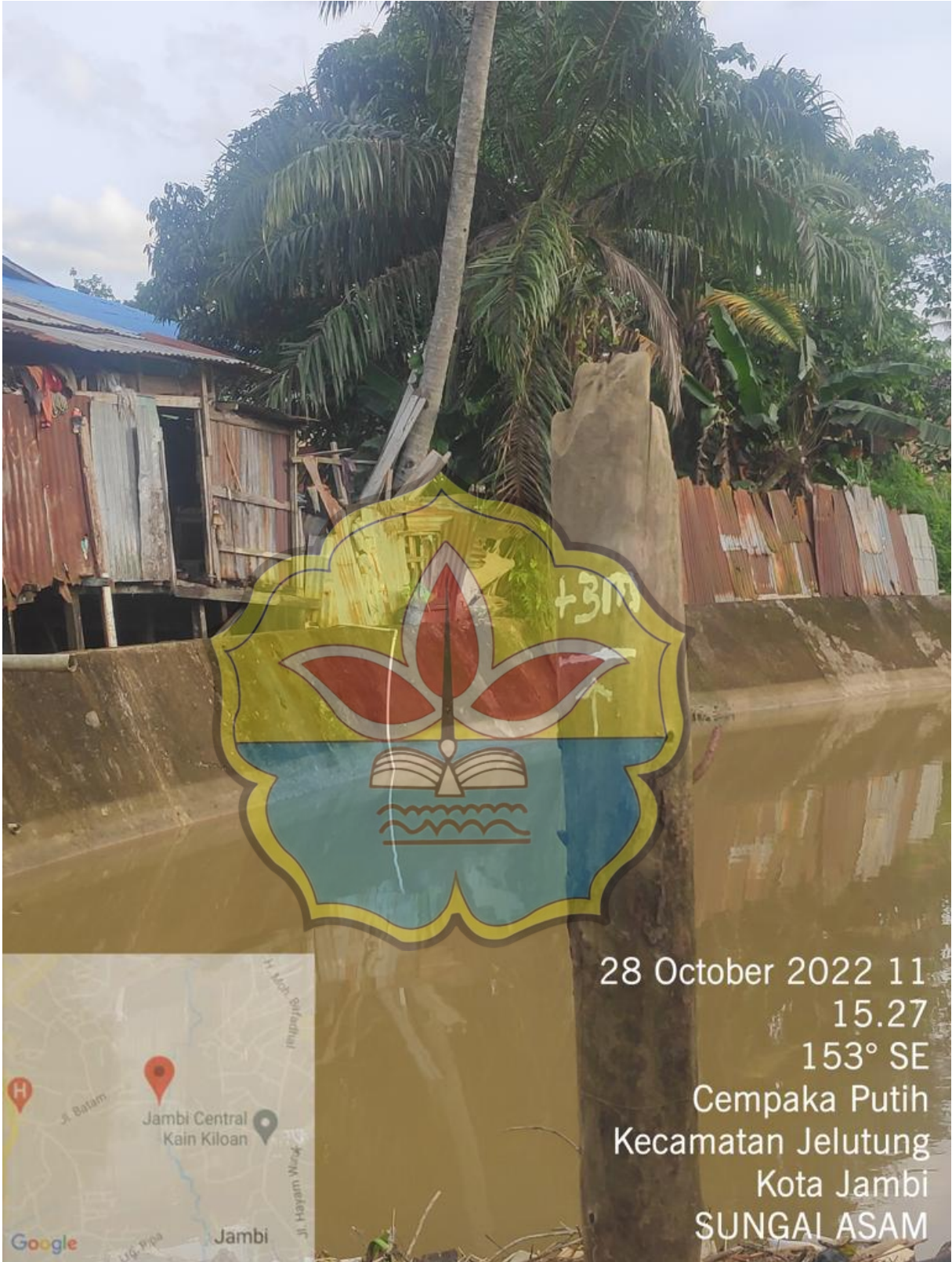


Gambar Dokumentasi 19 – Pengukuran Lebar Sungai





Gambar Dokumentasi 20 – Pengukuran
Panjang Sungai



Gambar Dokumentasi 21 – Pengukuran Tinggi Sungai



Gambar Dokumentasi 22 – Pengukuran Tinggi Sungai