

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISIS DEBIT BANJIR DAN MITIGASINYA MENGGUNAKAN APLIKASI EARLY WARNING SYSTEM (EWS) KOTA JAMBI**



*Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Program Strata Satu S-1 Program Studi Teknik Sipil  
Pada Fakultas Teknik Universitas Batanghari*



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BATANGHARI  
2025**



**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS DEBIT BANJIR DAN MITIGASINYA MENGGUNAKAN**  
**APLIKASI EARLY WARNING SYSTEM (EWS) DI KOTA JAMBI**



Disusun Oleh:

**GULLIN RAMADAN NISA**

NPM. 2000827201116

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

Jambi,

2025

**Dosen Pembimbing I**

**Ir. Wari Dony, ST, MT.**

**Dosen Pembimbing II**

**Ir. H. Wirya Murad, MM.**



## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS DEBIT BANJIR DAN MITIGASINYA MENGGUNAKAN APLIKASI EARLY WARNING SYSTEM (EWS) DI KOTA JAMBI

Tugas akhir dengan judul diatas tersebut telah dipertahankan di hadapan panitia penguji Tugas Akhir dan Komprehensif Program strata (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Nama Mahasiswa : CELLIN RAMADAN NISA  
NPM : 2000822201116  
Hari dan Tanggal : Jumat, 21 Februari 2025  
Pukul : 10.00 WIB s/d Selesai  
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik Sipil Universitas Batanghari

#### PANITIA PENGUJI

| JABATAN        | NAMA                                | TANDA TANGAN                                                                          |
|----------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. KETUA       | : Sufendra, ST MT                   |  |
| 2. SEKRETARIS  | : Ir. H. Wiryia Murad, MM           |  |
| 3. PENGUJI I   | : Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME |  |
| 4. PENGUJI II  | : Ari Setiawan, ST MT               |                                                                                       |
| 5. PENGUJI III | : Ir. Wari Dony, ST, MT             |                                                                                       |

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME.

  
Elvira Handayani, ST, MT.



## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : CELLIN RAMADAN NISA

NPM : 2000822201116

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul : Analisis Debit Banjir Dan Mitigasinya Menggunakan  
Aplikasi Early Warning System (EWS) Di Kota Jambi

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Batanghari sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Jambi,

2025



CELLIN RAMADAN NISA

2000822201116



## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara tropis yang sering mengalami perubahan cuaca ekstrem, salah satunya adalah musim hujan berkepanjangan yang meningkatkan risiko terjadinya banjir. Kota Jambi, yang dilintasi oleh Sungai Batanghari, merupakan daerah yang rentan terhadap bencana banjir akibat tingginya curah hujan dan perubahan tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS). Penelitian ini bertujuan untuk menghitung debit banjir pada Sungai Batanghari dalam periode 10 tahun serta menganalisis peran Early Warning System (EWS) dalam mendeteksi dan memberikan peringatan dini berdasarkan data tinggi muka air. Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Metode Rasional, Analisis Distribusi dan Frekuensi, serta analisis notifikasi peringatan EWS berdasarkan tinggi muka air. Berdasarkan hasil penelitian, intensitas curah hujan dengan durasi 60 menit dalam periode 10 tahun (2014-2023) adalah sebesar 138,795 mm, sementara debit banjir Sungai Batanghari dengan periode ulang 10 tahun adalah sebesar 127,585 m<sup>3</sup>/detik. Pada kondisi debit tersebut, tinggi muka air Sungai Batanghari dapat mencapai 10 meter. Saat terjadi banjir, tinggi muka air dapat meningkat hingga 13 meter atau lebih, yang merupakan ambang batas aktivasi sistem Early Warning System untuk memberikan notifikasi peringatan kepada masyarakat.

**Kata Kunci:** Banjir, Debit Banjir, Early Warning System, Kota Jambi, Mitigasi Bencana



## ABSTRACT

Indonesia is a tropical country that frequently experiences extreme weather changes, including prolonged rainy seasons that increase the risk of flooding. Jambi City, traversed by the Batanghari River, is vulnerable to flooding due to high rainfall and land-use changes in the Watershed (DAS). This study aims to calculate the flood discharge of the Batanghari River over a 10-year period and analyze the role of the Early Warning System (EWS) in detecting and providing early warnings based on water level data. The methods used in this study include the Rational Method, Distribution and Frequency Analysis, and Early Warning System notification analysis based on water level height. The results show that the rainfall intensity for a 60-minute duration over a 10-year period (2014-2023) is 138.795 mm, while the flood discharge of the Batanghari River with a 10-year return period is 127.585 m<sup>3</sup>/second. At this discharge condition, the Batanghari River's water level can reach 10 meters. During floods, the water level can rise to 13 meters or more, which is the threshold for activating the Early Warning system to issue warning notifications to the public.

**Keywords:** Flood, Flood Discharge, Early Warning System, Jambi City, Disaster Mitigation



## MOTTO

“... tetapi boleh jadi kamu tidak menyukai sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu.

Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.”

(QS Al-Baqarah: 216)

“Apa yang menjadi milikmu akan kamu temukan sendirinya.”

(Ali bin Abi Thalib)

“When you want something, all the universe conspires to help you achieve it”

(Paulo Coelho)

“As time goes on, you’ll understand. What lasts. Lasts; what does, doesn’t. Time solve most things. And what time can’t solve, you have to solve yourself”

(Haruki Murakami)

“Long story short, i survived”

(Taylor Swift)



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Proposal Penelitian ini yaitu “Analisis Debit Banjir dan Mitigasinya Menggunakan Aplikasi Early Warning System (EWS) di Kota Jambi”.

Adapun maksud dan tujuan dalam penyusunan proposal penelitian ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk menempuh Program Strata I guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari.

Dalam proses penyusunan proposal penelitian ini penulis banyak sekali mendapatkan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penulis mampu menyelesaikan proposal penelitian ini. Dalam kesempatan ini juga penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada :

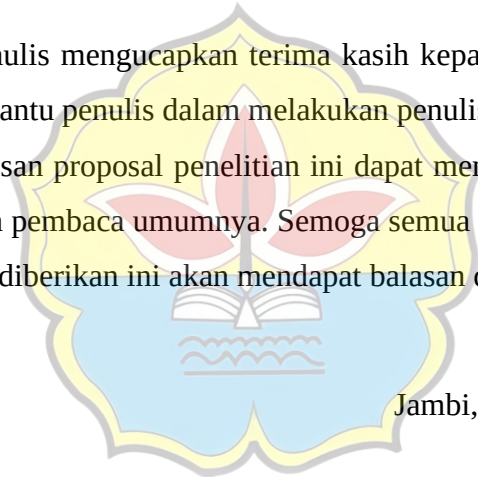
1. Keluarga tercinta, khususnya kedua orang tua penulis Bapak Asrul dan Ibu Nurwasiah serta Nenek tercinta, Ibu Husna yang telah memberikan kasih sayang dukungan yang amat sangat banyak baik secara materil ataupun moril, serta saudara/i tersayang yaitu Silva Nabila Putri, Dinda Karin Azzahra, Muhammad Exsel Ruliyando yang selalu mendoakan, memotivasi dan memberikan semangat kepada penulis
2. Bapak Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari.
3. Ibu Elvira Handayani, ST, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari.
4. Bapak Ir. Wari Dony, ST, MT. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan saran sepenuh hati serta meluangkan waktu demi menyempurnakan proposal tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. H. Wiryu Murad, MM. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan saran sepenuh hati serta meluangkan waktu demi menyempurnakan proposal tugas akhir ini
6. Keluarga Besar Beruyut H. Samsuri, yang tiada hentinya memberikan semangat



dan motivasi kepada penulis.

7. Kakak-kakak dan Adik tersayang, yaitu Anggun Nitami, Oktania, Reka Maulia, dan Najwa Nurmaliza Putri yang selalu memberikan dukungan materil maupun moril kepada penulis.
8. Sasqia Syalsabilla, selaku sahabat serta saudara bagi penulis selama di perantauan.
9. Amelia Kartika Sitrorus, selaku Rekan serta Saudara bagi penulis selama di perantauan.
10. Teman-teman angkatan 2020 Prodi Teknik Sipil Universitas Batanghari, terkhusus teman seperjuangan yaitu Aslamia Pardede, Azizah Hairun Nissa, Nurgusti Larasati, Keysha Alivia serta yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah banyak membantu serta memberikan semangat yang tiada henti kepada penulis.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah turut serta membantu penulis dalam melakukan penulisan proposal penelitian ini dan semoga penulisan proposal penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan pembaca umumnya. Semoga semua bantuan, dorongan dan bimbingan yang telah diberikan ini akan mendapat balasan dari Allah SWT.



Jambi,

2025

CELLIN RAMADAN NISA  
200082220116



## DAFTAR ISI

|                                                |             |
|------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>               | <b>ii</b>   |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>                 | <b>iii</b>  |
| <b>HALAMAN KEASLIAN .....</b>                  | <b>iv</b>   |
| <b>ABSTRAK.....</b>                            | <b>v</b>    |
| <b>M O T T O.....</b>                          | <b>vii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                    | <b>viii</b> |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                        | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                     | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                      | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR NOTASI .....</b>                     | <b>xvii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                  | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang .....                       | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                      | 5           |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                     | 5           |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                   | 5           |
| 1.5 Batasan Masalah.....                       | 6           |
| <b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>              | <b>7</b>    |
| 2.1 Definisi Analisis .....                    | 7           |
| 2.2 Banjir.....                                | 7           |
| 2.2.1 Jenis-Jenis Banjir.....                  | 8           |
| 2.2.2 Faktor Terjadinya Banjir .....           | 9           |
| 2.2.3 Parameter terjadinya potensi banjir..... | 10          |
| 2.3 Elevasi .....                              | 11          |
| 2.4 Kemiringn Lereng.....                      | 11          |
| 2.5 topografi .....                            | 11          |
| 2.6 Kemiringan Lereng .....                    | 11          |
| 2.7 Hidrologi .....                            | 12          |
| 2.8 Mitigasi.....                              | 14          |
| 2.9 Sungai.....                                | 16          |
| 2.9.1 Daerah Aliran Sungai .....               | 17          |
| 2.9.2 Debit Banjir Rencana .....               | 19          |



|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.10 Analisa Curah Hujan .....                               | 20        |
| 2.10.1 Metode Rata-rata aljabar .....                        | 20        |
| 2.10.2 Metode Poligon Thiessen.....                          | 21        |
| 2.10.3 Metode Isohyet.....                                   | 23        |
| 2.11 Analisa frekuensi dan probabilitas .....                | 24        |
| 2.10.1 Metode Distribusi Normal.....                         | 24        |
| 2.10.2 Metode Distribusi Log Normal .....                    | 26        |
| 2.10.3 Metode Distribusi Log-Pearson Type III .....          | 26        |
| 2.10.4 Metode Gumbel.....                                    | 28        |
| 2.12 Uji Kecocokan Dsitribusi.....                           | 30        |
| 2.13 Uji Chi-kuadrat .....                                   | 31        |
| 2.14 Koefisien Limpasan.....                                 | 32        |
| 2.15 Waktu Konsentrasi (tc).....                             | 33        |
| 2.16 Intensitas Curah Hujan .....                            | 34        |
| 2.17 Periode Ulang Hujan.....                                | 35        |
| 2.18 Perhitungan Debit Banjir Rencana .....                  | 36        |
| 2.19 Koefisien Kekasaran manning untuk tinggi muka air ..... | 36        |
| 2.20 Early Warning System .....                              | 38        |
| 2.20.1 Tujuan <i>Early Warning System</i> .....              | 41        |
| 2.20.2 Target <i>Early Warning System</i> .....              | 41        |
| 2.20.3 <i>Close Circuit Television (CCTV)</i> .....          | 42        |
| 2.20.4 <i>Automatic Rain Recorder (ARR)</i> .....            | 43        |
| 2.20.5 <i>Automatic Water Level Recorder (AWLR)</i> .....    | 43        |
| 2.20.6 <i>Antena Global System (GSM)</i> .....               | 47        |
| 2.20.7 <i>Antena Global Positioning System (GPS)</i> .....   | 48        |
| 2.20.8 Telemetry .....                                       | 48        |
| 2.20.9 Data Logger .....                                     | 49        |
| 2.20.10 Solar Cell .....                                     | 50        |
| 2.21 Penelitian Terdahulu .....                              | 53        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                   | <b>55</b> |
| 3.1 Studi Pendahuluan .....                                  | 55        |
| 3.2 Studi Literatur .....                                    | 55        |



|                                                          |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
| 3.3 Lokasi Penelitian .....                              | 56         |
| 3.4 Jenis Penelitian.....                                | 56         |
| 3.5 Teknik Pengumpulan Data.....                         | 57         |
| 3.6 Metode penelitian .....                              | 57         |
| 3.7 Pengumpulan data .....                               | 58         |
| 3.8 Tahapan Penelitian.....                              | 58         |
| 3.9 Bagan Alir .....                                     | 59         |
| <b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>                | <b>61</b>  |
| 4.1 Deskripsi Data .....                                 | 61         |
| 4.2 Analisa Curah Hujan .....                            | 61         |
| 4.2.1 Curah Hujan Bulanan Maksimum.....                  | 61         |
| 4.3 Analisis Distribusi Curah Hujan.....                 | 65         |
| 4.3.1 Penentuan Jenis Distribusi.....                    | 65         |
| 4.3.1.1 Metode Distribusi Normal .....                   | 65         |
| 4.3.1.2 Metode Distribusi Log Normal.....                | 68         |
| 4.3.1.3 Metode Distribusi Log Pearson Type III .....     | 71         |
| 4.3.1.4 Metode Distribusi Gumbel.....                    | 74         |
| 4.4 Perhitungan intensitas curah hujan.....              | 80         |
| 4.5 Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran..... | 119        |
| 4.6 Mencari Koefisien Pengaliran (C).....                | 120        |
| 4.7 Perhitungan waktu Konsentrasi .....                  | 120        |
| 4.8 Tangkapan air hujan.....                             | 121        |
| 4.9 Perhitungan Debit banjir .....                       | 122        |
| 4.10 Analisa tinggi muka air .....                       | 122        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>                   | <b>125</b> |
| 5.1 kesimpulan.....                                      | 125        |
| 5.2 Saran.....                                           | 125        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                               | <b>127</b> |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 2.1 Siklus Hidrologi .....                               | 13  |
| Gambar 2.2 Peta Daerah Aliran Sungai Batanghari.....            | 19  |
| Gambar 2.3 Metode Poligon thiessen.....                         | 22  |
| Gambar 2.4 Metode Isohyet.....                                  | 23  |
| Gambar 2.5 <i>Close Circuit Television (CCTV)</i> .....         | 42  |
| Gambar 2.6 <i>Automatic Rain Recorder (ARR)</i> .....           | 44  |
| Gambar 2.7 <i>Automatic Water Level Recorder (AWLR)</i> .....   | 45  |
| Gambar 2.8 Telemetry.....                                       | 49  |
| Gambar 2.9 <i>Solar Cell</i> .....                              | 51  |
| Gambar 3.1 Lokasi Penelitian dan penempatan alat.....           | 49  |
| Gambar 3.2 Bagan alir penelitian.....                           | 49  |
| Gambar 4.1 Panjang Sungai Existing.....                         | 68  |
| Gambar 4.2 Grafik Distribusi Normal.....                        | 68  |
| Gambar 4.3 Grafik Distribusi Log Normal .....                   | 71  |
| Gambar 4.4 Grafik Distribusi Log Pearson III.....               | 74  |
| Gambar 4.5 Grafik Distribusi Gumbel .....                       | 77  |
| Gambar 4.6 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan.....               | 78  |
| Gambar 4.7 Grafik Intensitas Durasi Metode <i>Talbot</i> .....  | 94  |
| Gambar 4.8 Grafik Intensitas Durasi Metode <i>Ishiguo</i> ..... | 96  |
| Gambar 4.9 Grafik Intensitas Durasi Metode <i>Sherman</i> ..... | 98  |
| Gambar 4.10 Grafik Intensitas Durasi Tiga Metode .....          | 106 |



## DAFTAR TABEL

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi Gauss .....                                               | 26 |
| Tabel 2.2 <i>Reduced Mean</i> , $Y_{nr}$ Sebagai Fungsi Periode Ulang .....                | 29 |
| Tabel 2.3 <i>Reduced Variate</i> , $Y_{Tr}$ Sebagai Fungsi Periode Ulang .....             | 29 |
| Tabel 2.4 <i>Reduced Standard Deviation</i> , $S_n$ .....                                  | 30 |
| Tabel 2.5 Koefisien Limpasan.....                                                          | 31 |
| Tabel 2.6 Periode Ulang Yang Disyaratkan .....                                             | 35 |
| Tabel 2.7 Koefisien Manning .....                                                          | 57 |
| Tabel 2.9 Klasifikasi Curah Hujan 24 jam .....                                             | 44 |
| Tabel 2.10 Nilai Standar Deviasi .....                                                     | 51 |
| Tabel 2.11 Nilai Korelasi spearman .....                                                   | 52 |
| Tabel 2.12 Penelitian Terdahulu .....                                                      | 53 |
| Tabel 4.1 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Meteorologi<br>Sultan Thaha Jambi..... | 62 |
| Tabel 4.2 Curah hujan rata-rata .....                                                      | 64 |
| Tabel 4.3 Curah Hujan Maksimum tahunan .....                                               | 64 |
| Tabel 4.4 Curah Hujan Maksimum Bulanan.....                                                | 64 |
| Tabel 4.5 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal .....                            | 66 |
| Tabel 4.6 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Normal.....                        | 67 |
| Tabel 4.7 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal .....                        | 68 |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.8 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal ...            | 70 |
| Tabel 4.9 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Person III.           | 70 |
| Tabel 4.10 Nilai K hasil distribusi log person III.....                           | 73 |
| Tabel 4.11 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log.....                 | 73 |
| Tabel 4.10 Perhitungan Variable Disperse Distribusi Gumbel .....                  | 74 |
| Tabel 4.11 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel .....             | 76 |
| Tabel 4.12 Hasil Analisis Frekuensi.....                                          | 77 |
| Tabel 4.13 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum<br>(4 Metode) ..... | 78 |
| Tabel 4.14 Perbandingan Hasil Dispersi .....                                      | 79 |
| Tabel 4.15 Hasil Uji Distribusi.....                                              | 79 |
| Tabel 4.17 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 2 Tahun.....          | 81 |
| Tabel 4.18 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 5 Tahun.....          | 82 |
| Tabel 4.19 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 10 Tahun...           | 84 |
| Tabel 4.20 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 25 Tahun...           | 86 |
| Tabel 4.21 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 50 Tahun...           | 88 |
| Tabel 4.22 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang<br>100 Tahun.....     | 90 |
| Tabel 4.23 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang Tiga<br>Metode.....   | 91 |
| Tabel 4.24 Perhitungan Intensitas Durasi Metode Talbot .....                      | 93 |
| Tabel 4.25 Perhitungan Intensitas Durasi Metode Ishiguro .....                    | 95 |



|                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Periode Ulang 2 Tahun .....                                                                                                          | 99  |
| Tabel 4.28 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i>                                              |     |
| Periode Ulang 5 Tahun .....                                                                                                          | 100 |
| Tabel 4.29 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i>                                              |     |
| Periode Ulang 10 Tahun .....                                                                                                         | 101 |
| Tabel 4.30 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i>                                              |     |
| Periode Ulang 25 Tahun .....                                                                                                         | 102 |
| Tabel 4.31 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i>                                              |     |
| Periode Ulang 50 Tahun .....                                                                                                         | 103 |
| Tabel 4.32 Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i> dan <i>Sherman</i>                                              |     |
| Periode Ulang 100 Tahun .....                                                                                                        | 104 |
| Tabel 4.33 Rekapitulasi Perhitungan Standar Deviasi Rumus <i>Talbot, Ishiguro</i><br>dan <i>Sherman</i> Berbagai Periode Ulang ..... | 105 |
| Tabel 4.34 Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Durasi Tiga Metode .....                                                              | 105 |
| Tabel 4.37 Kemiringan Saluran dan Kecepatan Aliran .....                                                                             | 106 |
| Tabel 4.36 Koefisien Pengaliran ( C ) .....                                                                                          | 120 |

## DAFTAR NOTASI

|                   |                                                       |
|-------------------|-------------------------------------------------------|
| $C_i$             | = 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                      |
| $P_1, \dots, P_n$ | = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)              |
| $Q_s$             | = Debit saluran (m <sup>3</sup> /detik)               |
| $Q_r$             | = Debit rencana (m <sup>3</sup> /detik)               |
| $Q_{r'}$          | = Debit desain (m <sup>3</sup> /detik)                |
| $R$               | = Jari-jari hidrolik saluran (m)                      |
| $t$               | = Waktu (durasi) curah hujan (menit)                  |
| $t_g$             | = Waktu konsentrasi (jam)                             |
| $V$               | = Kecepatan aliran (m/detik)                          |
| $X$               | = Variabel acak kontinu                               |
| $\alpha$          | = Koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2.     |
| $\mu$             | = Rata-rata nilai $X$                                 |
| $\sigma$          | = Simpangan baku nilai $X$                            |



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara tropis yang sering mengalami perubahan cuaca yang ekstrim. Salah satu dampaknya adalah musim hujan yang berkepanjangan di berbagai daerah sehingga meningkatkan risiko terjadinya banjir. Banjir tidak hanya menimbulkan kerugian materi, namun juga berdampak pada kondisi psikologis masyarakat. Bahkan, pada beberapa kasus, banjir dapat mengakibatkan korban jiwa karena kurangnya upaya pencegahan dan mitigasi terhadap dampak yang ditimbulkan (Muzakky dkk, 2018).

Kota Jambi adalah ibu kota Provinsi Jambi yang terletak di Pulau Sumatra, Indonesia. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Jambi, kota ini secara astronomis terletak pada koordinat 01°30'2.98"-01°40'1.07" Lintang Selatan dan 103°40'1.67"-103°40'0.22" Bujur Timur. Kota Jambi dilintasi oleh Sungai Batanghari yang memiliki kapasitas debit air sebesar 8,3 milyar m<sup>3</sup> per tahun. Kondisi ini menyebabkan Kota Jambi menjadi daerah yang rentan terhadap banjir, terutama pada saat curah hujan tinggi yang berpotensi menyebabkan sungai meluap (Fhadilla, 2020).

Fenomena banjir menjadi isu yang menarik untuk dikaji secara mendalam guna menemukan solusi yang efektif dalam upaya penanggulangannya. Terdapat beberapa faktor utama yang mempengaruhi kejadian banjir, yaitu faktor curah

hujan, perubahan tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai (DAS), serta perencanaan pembangunan dan pengendalian banjir di sepanjang aliran sungai.

Faktor curah hujan , yang mencakup intensitas, distribusi, serta durasi hujan, merupakan aspek eksternal berskala makro yang sulit dimodifikasi melalui intervensi manusia. Sementara itu, perubahan tata guna lahan di DAS memiliki hubungan erat dengan peningkatan risiko banjir. Kerusakan DAS akibat deforestasi, konversi lahan untuk permukiman dalam skala besar, serta pembukaan lahan untuk keperluan perkebunan dan aktivitas lainnya berkontribusi terhadap meningkatnya frekuensi dan intensitas banjir di wilayah tersebut.

Selain itu, aspek perencanaan pembangunan dan pengendalian banjir di sepanjang aliran sungai juga memainkan peran yang sangat signifikan. Upaya ini bertujuan untuk mencegah banjir dan sedimentasi sekaligus memastikan stabilitas alur sungai. Oleh karena itu, strategi mitigasi banjir harus mempertimbangkan pendekatan holistik yang mencakup pengelolaan tata guna lahan yang berkelanjutan serta perencanaan infrastruktur pengendalian banjir yang efektif.

Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana mengamanatkan bahwa pemerintah, melalui Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), serta pemerintah provinsi dan kabupaten/kota, memiliki tanggung jawab dalam menyusun langkah-langkah strategis untuk penanggulangan bencana. Upaya ini mencakup tahapan sebelum, saat, dan setelah terjadinya bencana guna memastikan efektivitas dalam mitigasi dan respons terhadap bencana.



Sebagai bagian dari perangkat pemerintahan, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) berperan dalam menjalankan tugas dan fungsi penanggulangan bencana di tingkat daerah. Untuk melindungi masyarakat dari berbagai risiko bencana, diperlukan langkah-langkah yang tepat dan berbasis inovasi, salah satunya melalui pemanfaatan teknologi. Kemajuan teknologi telah memberikan solusi dalam menghadapi tantangan penanggulangan dan pengurangan risiko bencana, salah satunya dengan membangun sistem peringatan dini atau *Early Warning System* (EWS).

Sistem peringatan dini ini memiliki peran krusial dalam mengantisipasi bencana hidrometeorologi yang berkaitan dengan faktor cuaca dan iklim. Keberadaan sistem ini menjadi elemen utama dalam strategi mitigasi bencana, karena mampu memberikan informasi dini kepada masyarakat, sehingga memungkinkan langkah-langkah preventif yang dapat mencegah jatuhnya korban jiwa serta mengurangi dampak ekonomi dan kerusakan material akibat bencana.

Mitigasi risiko banjir menjadi suatu keharusan yang mendesak mengingat pola siklus bencana di Indonesia yang terjadi secara berulang dalam rentang waktu tertentu. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi dalam upaya penanggulangan bencana menjadi aspek yang sangat penting bagi sebagian besar wilayah di Indonesia.

Untuk meningkatkan efektivitas manajemen risiko bencana, diperlukan pengembangan solusi berbasis teknologi informasi. Salah satu inovasi yang dapat diterapkan adalah sistem peringatan dini atau *Early Warning System* (EWS), yang berfungsi dalam menyampaikan informasi secara cepat dan akurat guna

mengurangi dampak bencana. Implementasi sistem ini memungkinkan dilakukannya langkah-langkah preventif yang lebih sistematis, sehingga dapat menekan potensi kerugian baik dari segi materi maupun korban jiwa

*Early Warning System* bencana adalah elemen yang sangat penting dalam upaya pengurangan risiko bencana. Dengan adanya *Early Warning System* bencana, maka masyarakat dapat melakukan respon yang sesuai untuk melakukan penyelamatan dan menghindari korban jiwa serta mengurangi dampak bencana tersebut. Agar *Early Warning System* dapat berjalan secara efektif maka dibutuhkan partisipasi aktif masyarakat yang berada di daerah berisiko, memfasilitasi kegiatan-kegiatan penyadaran publik dan kesiapsiagaan masyarakat, serta penyampaian peringatan yang terpercaya. *Early Warning System* mencakup serangkaian kegiatan pemberian peringatan sesegera mungkin kepada masyarakat tentang kemungkinan terjadinya bencana pada suatu tempat oleh lembaga yang berwenang.

Berdasarkan ulasan diatas, diperlukannya mitigasi banjir sebagai upaya mengurangi dampak bencana yang terjadi. Mitigasi banjir dilakukan menggunakan aplikasi dengan mengetahui informasi potensi kerawanan banjir melalui Aplikasi *Early Warning System* sehingga daerah penelitian dapat meningkatkan kesiagaan pemerintah maupun masyarakat terhadap risiko apabila terjadinya banjir. Oleh karena itu, penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul “Analisa debit banjir dan mitigasinya menggunakan aplikasi *Early Warning System* di Kota Jambi”.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat, khususnya warga Jambi. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pihak-pihak terkait dalam melakukan perbaikan dan perawatan. Dengan



demikian, penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan *Early Warning System* serta meningkatkan pemahaman tentang faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya banjir.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun masalah yang dapat dirumuskan :

1. Bagaimana hasil perhitungan debit banjir pada Sungai Batanghari periode 10 Tahun?
2. Bagaimana peran *Early Warning System* dalam mitigasi risiko banjir berdasarkan data tinggi muka air sungai?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dapat dibuat tujuan penulisan sebagai berikut :

1. Menghitung debit banjir pada Sungai Batanghari periode 10 Tahun.
2. Menganalisis peran *Early Warning System* dalam mendeteksi dan memberikan peringatan dini berdasarkan data tinggi muka air.

## 1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan tugas akhir dapat tertuju pada fokus utama permasalahan, maka perlu dibuat suatu batasan-batasan masalah. Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di Kawasan AWLR Tanggo Rajo Sungai Batanghari.
2. 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.

3. Perhitungan debit banjir rencana berdasarkan periode ulang 10 Tahun.
4. Debit banjir dihitung menggunakan Metode Rasional
5. Tidak mencakup model hidrologi kompleks seperti HEC-HMS atau SWAT.
6. Data curah hujan diperoleh dari stasiun penakar hujan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Sultan Thaha Jambi.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk menambah wawasan ilmu pengetahuan dan melatih menerapkan ilmu yang telah di dipelajari selama ini. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan program studi S-1 Fakultas Teknik Sipil Universitas Batanghari.
2. Memberikan informasi dan gambaran tentang penerapan mitigasi banjir melalui aplikasi *Early warning system*.
3. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan referensi bagi perpustakaan Fakultas Teknik Sipil Universitas Batanghari penelitian yang lain terutama masalah mitigasi banjir.
4. Memberikan masukan kepada pemerintah daerah dalam upaya peringatan dini bahaya banjir



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 Definisi Analisis**

Analisa atau analysis adalah suatu usaha untuk mengamati secara detail sesuatu hal atau benda dengan cara menguraikan komponen-komponen pembentuknya atau penyusunya untuk dikaji lebih lanjut. Analisa berasal dari Bahasa kuno yaitu analisis yang artinya melepaskan analisis terbentuk dari dua suku kata, yaitu anayang berarti kembali, dan luein yang artinya melepas kembali atau menguraikan. Kata analisis ini diserap kedalam bahasa inggris menjadi analysis yang kemudian diserap juga kedalam Bahasa Indonesia menjadi analisa (Ibrahim, 2013).

#### **2.2 Banjir**

Banjir adalah salah satu bencana alam dimana suatu tempat di daratan terendam oleh air dengan volume tinggi yang berlebihan. Hal ini bisa terjadi disebabkan oleh berbagai faktor alam seperti curah hujan yang tinggi, topografi, saluran drainase, minimnya resapan air yang mengalir pada suatu sungai atau saluran drainase melebihi atau diatas kapasitas pengalirannya bahkan faktor manusia dan sosial juga termasuk penyebabnya. Apabila banjir ini sering terjadi dalam durasi yang singkat ataupun lama, tentu saja akan mengganggu kegiatan manusia yang menyebabkan kerugian yang semakin lama dibiarkan terjadi semakin besar pula kerugian yang dialami. 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.

Menurut Suripin (2003), Banjir adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah dataran banjir sekitarnya. Menurut Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2002), Banjir adalah aliran yang relatif tinggi dan tidak tertampung lagi oleh alur sungai atau saluran.

### 2.2.1 Jenis-Jenis Banjir

Menurut Kategori atau jenis banjir terbagi berdasarkan lokasi sumber aliran permukaan dan berdasarkan mekanisme terjadinya banjir.

#### 1. Berdasarkan lokasi sumber aliran permukaannya:

- a. Banjir Kiriman (Banjir Bandang), Banjir yang diakibatkan oleh tingginya curah hujan di daerah hulu sungai. Banjir yang terjadi di daerah yang permukaannya arendah dan disebabkan oleh tingginya intensitas hujan yang tinggi. Bencana ini terjadi karena keadaan air pada daerah yang terkena banjir sudah tidak dapat diserap oleh lapisan tanah. Bencana ini juga tergolong bencana besar yang dapat meningkatkan kerugian pada suatu daerah.
- b. Banjir Lokal, banjir yang terjadi karena volume hujan setempat yang melebihi kapasitas pembuangan di suatu wilayah. Penyebab terjadinya banjir lokal yaitu tingginya intensitas hujan dan belum adanya saluran drainase yang baik sesuai dengan sebaran luas hujan lokal. Atau bisa juga

didefinisikan secara singkat yaitu banjir yang terjadi karena volume hujan tidak dapat ditampung di suatu wilayah.

1. Berdasarkan mekanisme banjir terdiri atas 2 jenis yaitu:
  - a. *Regular Flood*, Banjir yang diakibatkan oleh hujan.
  - b. *Irregular Flood*, Banjir yang diakibatkan oleh selain hujan, seperti tsunami, gelombang pasang, dan hancurnya bendungan.

### 2.2.2 Faktor Terjadinya Banjir

Menurut (Rahmanizah et al., 2023) terdapat faktor faktor yang dapat menyebabkan banjir, diantaranya:

1. Curah hujan yang tinggi menyebabkan debit air sungai lebih besar dari biasanya bahkan bisa melebihi kapasitas sungai.
2. Pengaruh fisiografi/geofisik seperti bentuk sungai, fungsi daerah kemiringan sungai, geometric hidrolis (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material sungai), lokasi sungai, dan hal hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.
3. Topografi dapat mengalirkan air dari daerah yang tinggi ke daerah yang lebih rendah. Daerah-Daerah dataran rendah atau cekungan, merupakan salah satu karakteristik wilayah banjir atau genangan.
4. Permukaan tanah lebih rendah dibandingkan permukaan air laut karena diakibatkan konsolidasi lahan, beban bangunan terlalu berat, pengambilan air tanah yang berlebihan dan pengerukan sekitar pantai.
5. Banyak pemukiman yang dibangun pada dataran sepanjang sungai yang seharusnya dataran banjir dibebaskan dari pembangunan.



6. Aliran sungai tidak lancar akibat banyaknya sampah serta bangunan di pinggir sungai sehingga air menghambat aliran air dan memperdangkal permukaan sungai.
7. Kurangnya tutupan lahan di daerah hulu sungai dan di Daerah Aliran Sungai, karena banyaknya alih fungsi lahan sehingga kurangnya vegetasi menyebabkan terjadi erosi yang berlebihan dan terjadinya sedimentasi yang berlebihan sehingga mengurangi kapasitas sungai.
8. Perencanaan sistem pengendalian banjir yang tidak tepat, sistem pengendalian yang tidak tepat bahkan dapat menambah kerusakan saat banjir.
9. Kerusakan bendungan dan bangunan pengendali banjir, penelitian yang kurang memadai menimbulkan kerusakan dan akhirnya tidak berfungsi dapat meningkatkan banjir lebih besar.

### **2.2.3 Parameter Terjadinya Potensi Banjir**

Banjir disebabkan oleh dua kategori yaitu banjir akibat alami dan banjir akibat aktivitas manusia. Banjir akibat alami dipengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase, dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir akibat aktivitas manusia disebabkan karena tindakan manusia yang menyebabkan perubahan- perubahan lingkungan seperti perubahan kondisi DAS, kawasan pemukiman di sekitar bantaran, rusaknya drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali banjir, rusaknya hutan (vegetasi alami), dan perencanaan sistem pengendali yang tidak tepat.

## 2.4 Elevasi

Ketinggian (Elevasi) lahan adalah ukuran ketinggian lokasi di atas permukaan laut. Ketinggian mempunyai pengaruh terhadap terjadinya banjir. Semakin rendah suatu daerah maka semakin berpotensi terjadi banjir, begitu pula sebaliknya. Semakin tinggi suatu daerah, maka semakin aman akan bencana banjir (Imanuel Sitepu, Yudo Prasetyo, 2017).

## 2.5 Kemiringan Lereng

Kelerengan atau kemiringan lahan merupakan perbandingan persentase antara jarak vertikal (tinggi lahan) dengan jarak horizontal (panjang lahan datar). Semakin landai kemiringan lerengnya maka semakin berpotensi terjadi banjir, begitu pula sebaliknya. Semakin curam kemiringannya, maka semakin aman akan bencana banjir (Imanuel Sitepu, Yudo Prasetyo, 2017).

Kelerengan mempengaruhi jumlah dan kecepatan limpasan permukaan, drainase permukaan, penggunaan lahan dan erosi. Aliran limpasan permukaan akan menjadi lambat dan memungkinkan terjadi genangan atau banjir jika kelerengan semakin landai. Sedangkan semakin curam kelerengan akan menyebabkan aliran limpasan permukaan menjadi cepat sehingga air hujan yang jatuh akan langsung dialirkan dan tidak terjadi penggenangan, sehingga resiko banjir menjadi kecil.

## 2.6 Topografi

Keadaan topografi adalah keadaan yang menggambarkan kemiringan lahan atau kontur lahan, semakin besar kontur lahan berarti lahan tersebut memiliki kemiringan lereng yang semakin besar. Peta topografi mutlak digunakan, khususnya di dalam perencanaan pengembangan wilayah, sehubungan dengan

pemulihan lokasi atau di dalam pekerjaan konstruksi.

Secara topografis, Provinsi Jambi terdiri atas 3 (tiga) kelompok variasi ketinggian yaitu (Bappeda, 2010):

1. Daerah dataran rendah 0-100 m (69,1%), berada di wilayah timur sampai tengah. Daerah dataran rendah ini terdapat di Kota Jambi, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Kabupaten Tanjung Jabung Timur, sebagian Kabupaten Batanghari, Kabupaten Bungo, Kabupaten Tebo, Kabupaten Sarolangun dan Kabupaten Merangin;
2. Daerah dataran dengan ketinggian sedang 100-500 m (16,4%), pada wilayah tengah. Daerah dengan ketinggian sedang ini terdapat di Kabupaten Bungo, Kabupaten Tebo, Kabupaten Sarolangun dan Kabupaten Merangin serta sebagian Kabupaten Batanghari;
3. Daerah dataran tinggi > 500 m (14,5%), pada wilayah barat. Daerah pegunungan ini terdapat di Kabupaten Kerinci, Kota Sungai Penuh serta sebagian Kabupaten Bungo, Kabupaten Tebo, Kabupaten Sarolangun dan Kabupaten Merangin.

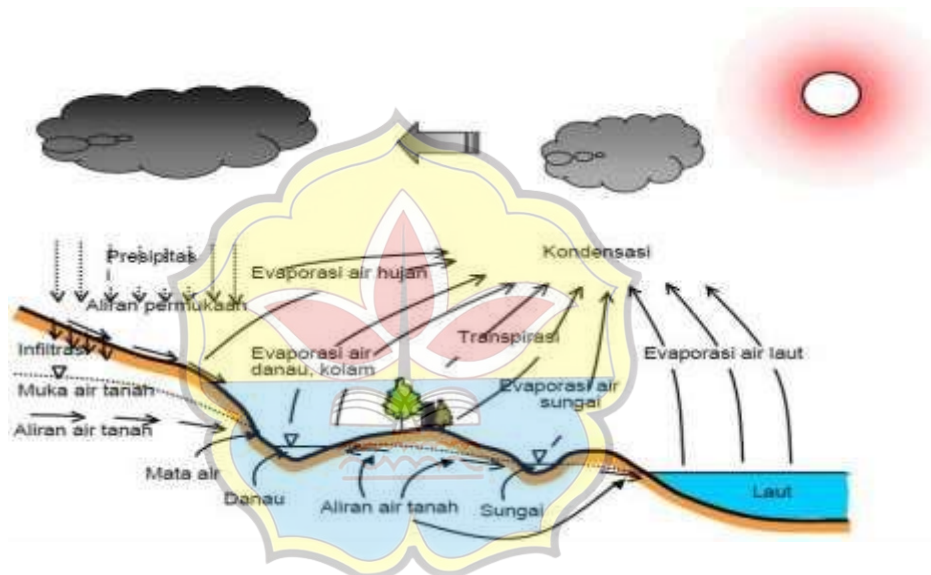
## 2.7 Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu tentang kehadiran dan gerakan air di alam kita ini. Secara khusus hidrologi didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari sistem kejadian air di atas, pada permukaan, dan di dalam tanah. Definisi tersebut terbatas pada hidrologi rekayasa. Secara luas hidrologi meliputi pula berbagai bentuk air, termasuk transformasi antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, di atas dan di bawah permukaan tanah. Di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan



sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di planet bumi ini (Soemarto, 1995).

Analisis hidrologi dilakukan untuk mendapatkan karakteristik hidrologi dan meteorologi daerah aliran sungai. Tujuannya adalah untuk mengetahui karakteristik hujan, debit air yang ekstrim maupun yang wajar yang akan digunakan sebagai dasar analisis selanjutnya dalam pelaksanaan detail desain.



**Gambar 2.1 Siklus Hidrologi**

Sumber: Suripin, 2003

Berdasarkan gambar di atas, air laut menguap karena radiasi matahari menjadi awan kemudian, awan yang terjadi oleh penguapan air bergerak di atas daratan karena tertiuap angin. Presipitasi yang terjadi karena adanya tabrakan antara butir-butir uap air akibat desakan angin, dapat berbentuk hujan dan salju. Setelah jatuh ke permukaan tanah, akan menimbulkan limpasan (*runoff*) yang mengalir kembali ke laut. Dalam usahanya untuk mengalir kembali ke laut beberapa diantaranya masuk ke dalam tanah (*infiltration*) dan bergerak terus ke bawah

(perkolasi) ke dalam daerah jenuh (*saturated zone*) yang terdapat di bawah permukaan air tanah atau yang juga dinamakan permukaan freatik. Air dalam daerah ini bergerak perlahan-lahan melewati akuifer masuk ke sungai atau kadang-kadang langsung masuk ke laut.

Air yang masuk ke dalam tanah (*infiltration*) memberi hidup kepada tumbuhan namun ada diantaranya naik ke atas lewat akuifer diserap akar dan batangnya, sehingga terjadi transpirasi, yaitu evaporasi (penguapan) lewat tumbuhan melalui bagian bawah daun (stomata). Air tertahan di permukaan tanah (*surface detention*) sebagian besar mengalir masuk ke sungai-sungai sebagai limpasan permukaan (*surface runoff*) ke dalam palung sungai.

## 2.8 Mitigasi

Mitigasi adalah upaya berkelanjutan untuk mengurangi dampak bencana terhadap manusia dan harta benda. Dari pengertian ini, Mitigasi merupakan kata yang diambil dari kata latin yakni *mittigare*, kata *mittigare* telah digunakan sejak abad ke 14 yang tersusun dari dua kata yaitu *mitis* (lunak, lembut, atau jinak) dan *aggare* (melakukan, mengerjakan, membuat). Berdasarkan istilah tersebut kata mitigasi dapat diartikan sebagai penjinakan yakni membuat suatu yang liar menjadi lunak, dimana bencana sebagai sesuatu yang dianggap liar dengan adanya mitigasi dapat dijinakkan atau dilemahkan. Mitigasi adalah upaya untuk mengurangi dampak bencana baik secara struktural maupun non struktural dengan berdasar pada acuan terhadap perundangundangan dan penelitian yang pernah dilakukan, upaya mitigasi dilakukan untuk segala jenis bencana baik bencana alam maupun bencana non alam.

Penanggulangan bencana banjir adalah berbagai upaya yang dapat dilakukan baik oleh pemerintah, masyarakat dan pemangku kepentingan lainnya (*stakeholder*) dalam rangka menanggulangi bencana banjir baik yang dilakukan sebelum terjadinya banjir, pada saat terjadi maupun setelah terjadi banjir (Promise, 2009). Salah satu upaya penanggulangan banjir adalah mitigasi bencana banjir. Mitigasi banjir merupakan suatu cara untuk mengurangi dampak dari bencana banjir.

Mitigasi banjir secara umum dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu mitigasi struktural dan mitigasi non-struktural. Mitigasi struktural merupakan tindakan menormalisasi sungai, pembangunan waduk pengendali banjir, pengurangan debit puncak banjir, dan lain sebagainya. Sedangkan mitigasi non-struktural merupakan segala upaya pengurangan risiko bencana yang dilakukan bersifat non-fisik, organisasional dan sosial kemasyarakatan. Salah satu contoh upaya mitigasi non-struktural banjir dapat dilakukan dengan cara pembuatan peta zonasi banjir. Peta ini nantinya dijadikan sebagai sebuah acuan dalam penentuan pembangunan yang berbasis pengurangan risiko bencana banjir.

Mitigasi menurut UU No.24/2007 tentang penanggulangan bencana adalah serangkaian upaya yang harus disiapkan untuk menghadapi suatu bencana guna untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dari bencana tersebut. Menurut Peraturan Menteri dalam negeri Nomor 33 Tahun 2006 Berbagai kebijakan yang perlu ditempuh dalam mitigasi antara lain :

- a) Setiap upaya mitigasi bencana perlu membangun persepsi yang sama bagi semua pihak baik jajaran aparat pemerintah maupun segenap unsur



masyarakat yang ketentuan langkahnya diatur dalam pedoman umum, petunjuk pelaksanaan dan prosedur tetap yang dikeluarkan oleh instansi yang bersangkutan sesuai dengan bidang tugas unit masing-masing.

- b) Pelaksanaan mitigasi bencana dilaksanakan secara terpadu terkoordinir yang melibatkan seluruh potensi pemerintah dan masyarakat.
- c) Upaya preventif harus diutamakan agar kerusakan dan korban jiwa dapat di minimalkan.
- d) Penggalangan kekuatan melalui kerjasama dengan semua pihak, melalui pemberdayaan masyarakat.

## 2.9 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).

Fungsi pokok sungai adalah untuk mengalirkan kelebihan air permukaan tanah, sedangkan fungsi lainnya adalah dapat digunakan untuk kesejahteraan manusia, seperti Sumber air minum, Pembangkit Listrik Tenaga Air, Pengairan, Transportasi air, untuk meninggikan tanah yang rendah dan mengatur suhu tanah. Menurut peraturan perundang-undangan yang ada, fungsi sungai adalah:

- a. Sungai sebagai sumber air yang merupakan salah satu sumber daya alam

yang mempunyai fungsi serba guna bagi kehidupan manusia.

- b. Sungai harus dilindungi dan dijaga kelestariannya, ditingkatkan fungsi dan pemanfaatannya, dan dikendalikan daya rusak terhadap lingkungan

### 2.9.1 Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggungpunggung gunung/pegunungan di mana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik/stasiun yang ditinjau. Daerah Aliran Sungai ditentukan dengan menggunakan peta topografi yang dilengkapi dengan garisgaris kontur. (Triatmodjo, 2009).

Luas Daerah Aliran Sungai diperkirakan dengan mengukur daerah itu pada peta topografi. Luas Daerah Aliran Sungai sangat berpengaruh terhadap debit sungai. Pada umumnya semakin besar Daerah Aliran Sungai semakin besar jumlah limpasan permukaan sehingga semakin besar pula aliran permukaan atau debit sungai. (Triatmodjo, 2009).

Daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Ada beberapa istilah yang dipakai dalam unsur-unsur aliran sungai seperti debit, limpasan, limpasan permukaan, limpasan bawah permukaan, limpasan bulanan, limpasan tahunan, hidrograf, aliran 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 batas-batas DAS yang akan dianalisis. Penetapan tersebut mudah dilakukan dari peta topografi. 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.





**Gambar 2.2 Peta Daerah Aliran Sungai Batanghari**

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

No.04/PRT/M/2015

### 2.9.2 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum dari suatu sungai, atau saluran yang besarnya didasarkan/terkait dengan periode ulang tertentu. Atau Debit banjir rencana adalah debit dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan melalui suatu sungai atau bangunan air. Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, debit rencana misalnya, akan disamai atau dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut. Hal ini tidak berarti bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teraut setiap periode ulang tersebut (Kamiana, 2011:13).

Soewarno (1995) berpendapat bahwa menentukan debit banjir rencana bergantung pada tujuan yang ingin dicapai. Debit banjir rencana memiliki macammacam kala ulang yang sesuai dengan perencanaan di suatu lokasi. Dalam pemilihan suatu teknik analisis penentuan banjir rencana tergantung dari data-data yang tersedia dan macam dari bangunan air yang akan dibangun.

Perhitungan debit banjir memerlukan data curah hujan yang diperoleh melalui stasiun-stasiun penakar hujan. Stasiun penakar hujan yang berpengaruh di DAS Code telah memakai alat otomatis yang menghasilkan curah hujan.

## **2.10 Analisa Curah Hujan**

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

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

### **2.10.1 Metode Rata-rata Aljabar**

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

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 \dots + P_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{n} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

P = Curah hujan tercatat (mm)  
 P<sub>1</sub>, ..., P<sub>n</sub> = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)  
 n = Jumlah stasiun pengukuran

### 2.10.2 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<sup>2</sup> . 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 :

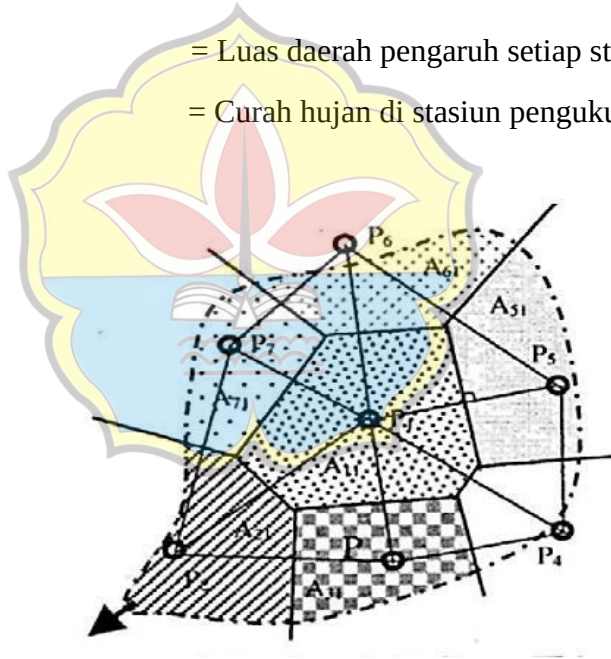
$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2.2)$$

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 2.3 Metode Poligon Thiessen**

Sumber: Suripin, 2004

### 2.10.3 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  $5000 \text{ km}^2$ .

Hitung hujan rata-rata DAS dengan persamaan berikut:

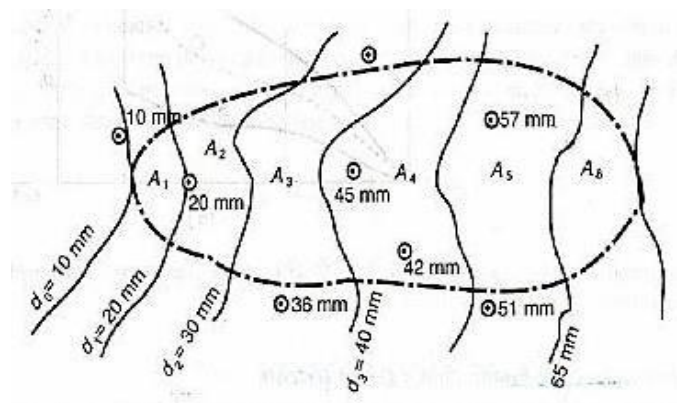
$$p = \frac{\frac{P_0+P_1}{2}A_1 + \frac{P_1+P_2}{2}A_2 + \dots + \frac{P_{n-1}+P_n}{2}A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan:

$P$  = Curah hujan tercatat (mm)

$A_n$  = Luas daerah pengaruh tiap-tiap stasiun ( $\text{km}^2$ )

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



**Gambar 2.4 Metode Isohyet**

Sumber: Suripin, 2004

## 2.11 Analisa Frekuensi dan Probabilitas

Analisis frekuensi memerlukan data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis ini berdasarkan pada sifat statistik data kejadian di masa lalu untuk memperoleh probabilitas 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:

### 2.19.2 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)

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

Keterangan:

P (X) : Fungsi densitas peluang normal

X : Variabel acak kontinu

$\mu$  : Rata-rata nilai X

$\sigma$  : Simpangan baku nilai X

Rumus umum yang digunakan untuk distribusi normal adalah:

(Suripin:2004)

$$X_T = \bar{X} + K_T S$$

Keterangan:

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

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

$K_T$  : Faktor frekuensi

S : Standar Deviasi

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 2.2 berikut:

**Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi Gauss**

| No | Periode Ulang, T (Tahunan) | Peluang | $K_T$ |
|----|----------------------------|---------|-------|
| 1  | 1,001                      | 0,999   | -3,05 |
| 2  | 1,005                      | 0,995   | -2,58 |
| 3  | 1,010                      | 0,990   | -2,33 |
| 4  | 1,050                      | 0,950   | -1,64 |
| 5  | 1,110                      | 0,900   | -1,28 |
| 6  | 1,250                      | 0,800   | -0,84 |
| 7  | 1,330                      | 0,750   | -0,67 |
| 8  | 1,430                      | 0,700   | -0,52 |
| 9  | 1,670                      | 0,600   | -0,25 |
| 10 | 2,000                      | 0,500   | 0     |



|    |         |       |      |
|----|---------|-------|------|
| 11 | 2,500   | 0,400 | 0,25 |
| 12 | 3,330   | 0,300 | 0,52 |
| 13 | 4,000   | 0,250 | 0,67 |
| 14 | 5,000   | 0,200 | 0,84 |
| 15 | 10,000  | 0,100 | 1,28 |
| 16 | 20,000  | 0,050 | 1,64 |
| 17 | 50,000  | 0,020 | 2,05 |
| 16 | 100,000 | 0,010 | 2,33 |
| 20 | 500,000 | 0,002 | 2,88 |

Sumber : Suripin, 2004

### 3.19.2 Metode Distribusi Log Normal

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

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

Keterangan:

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

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

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

$S$ = Standard Deviasi

### 4.19.2 Metode Distribusi Log Person 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:

- Harga rata-rata
- Simpangan baku
- 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)

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

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

- Hitung harga simpangan baku

$$S = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2 \right)^{0,5} \dots\dots\dots (2.7)$$

- Hitung koefisien kemencengan atau kecondongan

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

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

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

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

### 5.19.2 Metode Gumbel

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

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

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

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

Keterangan:

$X_T$ = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

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

S = Simpangan baku data hujan

$K_T$  = Faktor frekuensi

$Y_n$ = Reduced mean sebagai fungsi dari banyak n data

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

$S_n$ = Reduced standard deviasi sebagai fungsi dari banyaknya n data

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

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

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

Sumber : Suripin, 2004

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

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

| Periode Ulang,<br>$T_r$ (Tahun) | Reduced<br>Variate<br>$Y_{Tr}$ | Periode Ulang,<br>$T_r$ (Tahun) | Reduced Variate<br>$Y_{Tr}$ |
|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| 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

## 2.12 Uji Keselarasan Distribusi

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*The Goodness of fit test*) distribusi frekuensi sample data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut.

Pengujian parameter yang sering dipakai adalah:

**Tabel 2.5 Uji Distribusi**

| Jenis Distribusi | Syarat                                                | Perhitungan | Kesimpulan     |
|------------------|-------------------------------------------------------|-------------|----------------|
| Normal           | $C_s = 0$                                             | -0,09       | Tidak Memenuhi |
|                  | $C_k = 3$                                             | 5,67        |                |
| Log Normal       | $C_s = 3C_v + C_v^3 = 0,087$                          | -1,180      | Tidak Memenuhi |
|                  | $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3,01$ | 6,680       |                |

|                       |              |        |                   |
|-----------------------|--------------|--------|-------------------|
| Log<br>Pearson<br>III | $C_s \neq 0$ | 0,031  | Memenuhi          |
|                       | $C_k \neq 0$ | -1,180 |                   |
| Gumbel                | $C_s = 1,14$ | -0,09  | Tidak<br>Memenuhi |

Sumber: Suripin, 2004

### 2.12.1 Uji 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:

1. Urutkan data pengamatan (dari besar kekecil atau sebaliknya)
2. Kelompokkan data menjadi  $G$  sub grup yang masing-masing beranggotakan minimal 4 data pengamatan
3. Jumlah data pengamatan berdasarkan  $O_i$  tiap tiap sub-grup

4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar  $E_i$
5. Pada tiap sub-grup hitung nilai
6. Jumlah seluruh G sub-grup nilai  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$  untuk menentukan nilai chikuadrat terhitung.
7. Tentukan derajat kebebasan  $dk = G - R - I$  (nilai  $R = 2$  untuk distribusi normal dan bionominal)

Interpretasi hasil uji adalah sebagai berikut:

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

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

### 2.13 Koefisien Limpasan (C)

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

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

Keterangan :

$C_i$  = Koefisien limpasan untuk daerah dengan luasan  $A_i$

$A_i$  = Luasan dengan nilai  $C$  yang berbeda

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

Untuk mempermudah perhitungan koefisien limpasan, dapat dilihat pada Tabel 2.6, dimana pada tabel tersebut terdapat angka – angka koefisien limpasan pada masing – masing fungsi lahan.

**Tabel 2.6 Koefisien Limpasan**

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

Sumber : Wesli, 2008

#### 2.14 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 dengan rumus sebagai berikut:



Rumus Rasional :

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

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

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

Keterangan :

$T_c$  = Waktu Konsentrasi /jam

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

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

## 2.15 Intensitas Curah Hujan

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

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

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

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

Keterangan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t =Waktu (durasi) curah hujan (menit)

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

## 2.16 Periode Ulang Hujan

Menurut Robert J. Kodoatie (2013), kala ulang atau periode ulang dapat didefinisikan sebagai interval waktu dari suatu peristiwa yang mencapai suatu harga tertentu atau melampaui harga tersebut. Pengertian  $Q_{25}$  tidak berarti terjadi banjir setiap 25 tahun. Analisis periode ulang debit menggunakan ilmu statistik dalam menentukan besaran tersebut, yaitu dalam konsep analisis kemungkinan (Probability). Periode ulang tahunan adalah rerata selang waktu perkiraan terjadinya banjir. Berikut tabel periode ulang yang diisyaratkan menurut Departemen Pekerjaan Umum:

**Tabel 2.7 Periode Ulang yang Diisyaratkan**

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

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

### 2.17 Perhitungan Debit Banjir Rencana

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

Rumus metode rasional : (Wesli:2008)

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

Keterangan :

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

$C$  = Koefisien pengaliran

$I_T$  = Intensitas curah hujan dengan periode ulang ( $\tau$ ) tahun ( $mm/jam$ )

$A$  = Luas daerah aliran ( $Km^2$ )

### 2.18 Koefisien Kekasaran Manning untuk Tinggi Muka Air

Rumus Manning mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan, oleh karena itu rumus Manning dapat digunakan untuk mengetahui tinggi muka air suatu sungai . Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan kapasitas penampang saluran menggunakan rumus Manning (Sosrodarsono:2003).

Persamaan untuk debit yang mengalir adalah :

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

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

Keterangan :

$V$  = Kecepatan aliran ( $m/detik$ )

- Q = Debit saluran (m<sup>3</sup>/detik)
- n = Koefisien kekasaran Manning
- R = Jari-jari hidrolik saluran (m)
- So = Kemiringan dasar saluran
- A = Luas penampang aliran (m<sup>2</sup>)

Besarnya koefisien Manning dapat mengacu pada tabel 2.7 berikut :

**Tabel 2.8 Koefisien Manning**

| Bahan                                       | Koefisien <i>Manning</i><br>( <i>n</i> ) |
|---------------------------------------------|------------------------------------------|
| Besi tuang dilapis                          | 0,014                                    |
| Kaca                                        | 0,010                                    |
| Saluran beton                               | 0,013                                    |
| Bata dilapis mortar                         | 0,015                                    |
| Lumpur atau pasir                           | 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

### 2.19 *Early Warning System*

*Early Warning System* adalah suatu sistem terintegrasi antara pemantauan bahaya, serta prediksi, penilaian resiko bencana, komunikasi dan kesiapsiagaan bencana yang memungkinkan individu, masyarakat serta pemerintah untuk mengambil tindakan yang tepat guna meminimalisir dampak dari suatu bencana. *Early Warning System* harus bersifat efektif dan berpusat pada masyarakat. *Early Warning System* dibangun dengan tujuan untuk memberikan informasi tentang bencana alam atau tandatanda yang mendahuluinya dengan harapan bahwa atas



informasi yang diterima setiap orang akan mengambil langkah-langkah pengamanan terhadap dirinya sesegera mungkin. Informasi disampaikan dalam berbagai bentuk, sebisa mungkin dalam Bahasa yang bersifat kritis dan sederhana untuk di pahami. Informasi tentang potensi resiko bahaya adalah output dari pengolahan data-data dari berbagai sumber, yang di proses dengan kecepatan maksimum sehingga diperoleh hasil informasi yang berkualitas, cepat dan mudah diperoleh.

*Early Warning System* atau Sistem Peringatan Dini merupakan serangkaian sistem untuk memberitahukan akan timbulnya kejadian alam, dapat berupa bencana maupun tanda-tanda alam lainnya. Peringatan dini pada masyarakat atas bencana merupakan tindakan memberikan informasi dengan bahasa yang mudah dicerna oleh masyarakat. Kesigapan dan kecepatan reaksi masyarakat diperlukan karena waktu yang sempit dari saat dikeluarkannya informasi dengan saat (dugaan) datangnya bencana.

Menurut *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), *Flood Early Warning System* merupakan sistem mitigasi bencana non struktural untuk peringatan dini bencana banjir yang terdiri dari empat elemen yang saling terkait, yaitu Penilaian dan pengetahuan tentang risiko banjir di daerah tersebut; Pemantauan bahaya lokal (perkiraan) dan layanan peringatan; Layanan sosialisasi dan penyebaran risiko banjir; Respons kemampuan masyarakat.

Sistem multifungsi ini meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat dalam hal peringatan maupun peningkatan pemahaman tentang risiko serta respons banjir

yang tepat untuk meminimalkan ancaman keamanan dan infrastruktur. Sebagai bagian dari peringatan, sistem memberikan prediksi skala, waktu, lokasi, dan kemungkinan kerusakan dari banjir yang akan datang. Sebuah *Flood Early Warning System* biasanya didasarkan pada sejumlah kode warna untuk tingkat peringatan, yang menunjukkan risiko mengenai tingkat peringatan (misalnya, sedang, tinggi, berat). Sistem ini menggunakan data dari sensor untuk mengukur ketinggian air di titik-titik strategis di daerah aliran sungai atau pertahanan banjir (tanggul, bendungan) untuk memperkirakan potensi kejadian banjir.

Menurut Sudarto, Penyediaan *Early Warning System* berupa alat pengirim dan penerima informasi. Infrastruktur ini merupakan teknologi pendeteksi datangnya bencana yang terdiri dari sirine dan lampu. Teknologi ini seharusnya dapat memberikan informasi tentang peringatan terjadinya bencana yang disampaikan dan dapat diterima oleh semua pihak. Informasi peringatan bencana berupa isyarat atau rambu, pesan, audio, dan visual. Alat *Early Warning System* yang normal akan memberi tanda tentang kondisi Sungai secara berkala. Tanda tersebut diberikan melalui nyala lampu, apabila merah berarti kondisi siaga bencana banjir dan kuning berarti untuk kondisi waspada. Alat ini menjadi alat peringatan akan terjadinya banjir. Efektivitas dari alat *Early Warning System* diketahui melalui observasi langsung di lapangan pada wilayah yang rawan banjir dengan menilai ketersediaan dan keberfungsian.

Secara umum *Early Warning System* yang merupakan aplikasi sistem untuk memberitahukan akan timbulnya kejadian alam, yang dapat berupa bencana maupun tanda-tanda alam lainnya. Peringatan dini penyampaian informasi tersebut

diwujudkan dalam bentuk sirine, media sosial dan lain sebagainya. Harapannya adalah agar masyarakat dapat merespon informasi tersebut dengan cepat dan tepat karena waktu yang sempit dari saat dikeluarkannya informasi hingga saat (dugaan) datangnya bencana.

Keluarnya informasi tentang kondisi bahaya merupakan muara dari suatu alur proses analisis data-data mentah tentang sumber bencana dan sintesis dari berbagai pertimbangan. Ketepatan informasi hanya dapat dicapai apabila kualitas analisis dan sintesis yang menuju pada keluarnya informasi mempunyai ketepatan yang tinggi. Dengan demikian dalam hal ini terdapat dua bagian utama dalam *Early Warning system* yaitu bagian hulu yang berupa usaha-usaha untuk mengemas data-data menjadi informasi yang tepat dan menjadi hilir yang berupa usaha agar informasi cepat sampai di Masyarakat.

### **2.19.1 Tujuan *Early Warning System***

Bagi masyarakat Indonesia, *Early Warning System* dalam menghadapi bencana sangatlah penting, mengingat secara geologis dan klimatologis wilayah Indonesia termasuk daerah rawan bencana alam. Dengan ini diharapkan akan dapat dikembangkan upaya-upaya yang tepat untuk mencegah atau paling tidak mengurangi terjadinya dampak bencana alam bagi masyarakat. Keterlambatan dalam menangani bencana dapat menimbulkan kerugian yang semakin besar bagi masyarakat.

Dalam siklus penanggulangan bencana, sistem peringatan dini bencana alam mutlak sangat diperlukan dalam tahap kesiagaan, sistem peringatan dini untuk

setiap jenis data, metode pendekatan maupun instrumentasinya. Tujuan akhir dari peringatan dini ini adalah masyarakat dapat tinggal dan beraktivitas dengan aman pada suatu daerah serta tertatanya suatu kawasan. Untuk mencapai tujuan akhir tersebut maka sebelumnya perlu dicapai beberapa hal sebagai berikut:

1. Diketuainya daerah-daerah rawan bencana di Indonesia
2. Meningkatkan *knowledge, attitude dan practice* dari masyarakat dan aparat terhadap fenomena bencana, gejala-gejala awal dan mitigasinya.
3. Tertatanya suatu kawasan dengan mempertimbangkan potensi bencana.

#### **2.19.2 Target *Early Warning System***

Target yang akan diberi peringatan dini adalah masyarakat dan aparat, terutama yang tinggal di daerah rawan bencana. Target ini seharusnya mencakup beberapa generasi dan beberapa kelas sosial masyarakat. Keterlibatan masyarakat, aparat dan akademisi peneliti dari multi disiplin, misal geografi, geologi, pertanian, teknik sipil, dan ilmu sosial sangat penting dalam sistem peringatan dini. Sistem peringatan dini akan lebih tepat apabila dirumuskan oleh ketiga komponen ini. Apabila salah satu komponen saja yang dominan dikhawatirkan sistem ini tidak akan berjalan efektif.

#### **2.19.3 *Close Circuit Television (CCTV)***

CCTV (*Closed Circuit Television*) merupakan kamera yang dapat digunakan untuk memuat rekaman setiap informasi yang dapat dilihat, dibaca dan 5 didengar dengan bantuan sarana rekaman CCTV. Rekaman CCTV dijadikan sebagai alat bukti yang sistemnya menggunakan video camera untuk menampilkan



dan merekam gambar pada waktu dan tempat tertentu dimana perangkat ini terpasang yang berarti menggunakan signal yang bersifat tertutup, tidak seperti televisi biasa yang merupakan broadcast signal.



**Gambar 2.5 Closed Circuit Television (CCTV)**

*Sumber: Hikvision Digital, 2024*

#### **2.19.4 Automatic Rain Recorder (ARR)**

Automatic Rain Recorder (ARR) atau biasa disebut Penakar hujan dengan tipe otomatis merupakan alat ukur dengan mekanisme pencatatan hujan secara otomatis atau perekam yang berfungsi untuk mengukur tinggi rendahnya curah hujan dan dapat mencatat lamanya waktu hujan dengan periode waktu tertentu. Penakar hujan otomatis memiliki kesamaan dengan penakar hujan manual dimana menggunakan tiga komponen yaitu corong, bejana pengumpul dan alat ukur.



**Gambar 2.6 Automatic Rain Recorder (ARR)**

Sumber: PT Mertani, 2018

Prinsip kerja dari penakar hujan otomatis pada setiap hujan turun, air masuk ke corong dan disalurkan ke pelampung sehingga pena naik dan membuat grafik pada pias dimana ketinggian dari grafik menunjukkan jumlah curah hujan yang turun. Jika curah hujan bernilai 10 mm atau lebih, maka pena menunjukkan nilai 10 mm yang merupakan nilai maksimal dan air akan tumpah dari pelampung ke pipa hevel dan pena turun menjadi angka 0. Namun, jika masih terjadi hujan maka pena akan mencatat lagi, proses ini berlangsung terus menerus. Alat penakar ini dapat mengetahui kapan terjadi hujan, durasi hujan, dan intensitas hujan dalam jangka waktu tertentu. Untuk kapasitas pada pengukuran tidak terbatas, pena yang digunakan jenis pena

cartridge, dan jam Hellman menggunakan pegas sehingga diputar setiap jangka waktu tertentu.

**Tabel 2.9 Klasifikasi Curah Hujan 24 Jam**

| Kriteria Hujan | Jumlah Curah Hujan |
|----------------|--------------------|
| Sangat Ringan  | < 5 mm             |
| Ringan         | 5-20 mm            |
| Sedang         | 20-50 mm           |
| Lebat          | 50 – 100 mm        |
| Sangat Lebat   | > 100 mm           |

Sumber : Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)

#### **2.19.5 Automatic Water Level Recorder (AWLR)**

Menurut Triatmodjo (2008), *Automatic Water Level Recorder (AWLR)* adalah salah satu alat pencatat muka air sungai otomatis yang mencatat secara kontinyu sepanjang waktu. Pengukuran berdasarkan elevasi terhadap datum lokal (biasanya elevasi muka air laut rata – rata. Pengukuran muka air sungai dilakukan di lokasi yang akan dibuat bangunan air seperti bangunan bendung.

Keuntungan penggunaan *Automatic Water Level Recorder (AWLR)* diantaranya yaitu tinggi muka air minimum dan maksimum tercatat secara otomatis dan tepat pada waktu terjadinya. Fluktuasi muka dapat tercatat secara otomatis, meminimalisir kesalahan pengukuran karena faktor manusia, dan masih banyak keuntungan lainnya. Data AWRL masih berupa data elevasi muka air, maka untuk merubah menjadi debit aliran di perlukan *rating curve*. *Rating curve* adalah grafik

hubungan debit dengan elevasi muka air.

Prinsip kerja *Automatic Water Level Recorder* melibatkan penggunaan sensor tingkat air, unit pengendalian, dan sistem komunikasi untuk memantau dan mengendalikan tingkat air dalam suatu tempat atau waduk. Berikut adalah prinsip kerja umum dari sistem AWLR:

1. **Sensor Tingkat Air:** *Automatic Water Level Recorder* menggunakan sensor khusus yang ditempatkan di dalam sumber air yang akan dimonitor, seperti sumur, tangki, atau sungai. Sensor ini dirancang untuk mendeteksi tingkat air dengan akurasi tinggi. Ada beberapa jenis sensor yang dapat digunakan, seperti sensor tekanan, sensor ultrasonik, atau sensor elektrodes yang mendeteksi perubahan konduktivitas air.
2. **Pengukuran dan Pemantauan:** Sensor tingkat air terus-menerus mengukur tingkat air dan mengirimkan data pengukuran ke unit pengendalian. Data ini dapat berupa tingkat air aktual atau data yang diolah seperti tingkat air rata-rata dalam periode waktu tertentu.
3. **Unit Pengendalian:** Unit pengendalian adalah komponen otomatisasi utama dalam sistem *Automatic Water Level Recorder*. Ini menerima data dari sensor tingkat air dan melakukan perbandingan dengan parameter yang telah ditentukan sebelumnya. Misalnya, jika tingkat air mencapai batas atas yang telah ditentukan, unit pengendalian dapat mengirimkan perintah untuk mematikan pompa air guna mencegah meluapnya air. Sebaliknya, jika tingkat air terlalu rendah, unit pengendalian dapat mengaktifkan pompa untuk mengisi air.

4. Sistem Komunikasi: *Automatic Water Level Recorder* biasanya dilengkapi dengan sistem komunikasi yang memungkinkan pengguna untuk memantau tingkat air dan mengontrol sistem secara jarak jauh. Komunikasi ini dapat menggunakan teknologi nirkabel seperti Wi-Fi, GSM, atau satelit. Pengguna dapat mengakses data pengukuran dan mengirim perintah melalui perangkat seperti komputer, smartphone, atau sistem pemantauan pusat.
5. Alarm dan Notifikasi: Sistem *Automatic Water Level Recorder* juga dapat dilengkapi dengan alarm dan notifikasi yang memungkinkan pengguna untuk segera mengetahui jika terjadi masalah dengan tingkat air. Misalnya, jika tingkat air mencapai tingkat yang berbahaya, sistem dapat mengirimkan peringatan melalui pesan teks atau email kepada pengguna atau petugas yang bertanggung jawab.

Dengan prinsip kerja ini, *Automatic Water Level Recorder* dapat secara otomatis memantau, mengendalikan, dan memberi tahu pengguna tentang tingkat air dalam waktu nyata, sehingga membantu menghindari potensi kerusakan atau masalah yang terkait dengan tingkat air yang tidak terkendali.





**Gambar 2.7 Automatic Rain Water Level Recorder (ARR)**

Sumber: PT Mertani, 2018

#### **2.19.6 Antena Global System for Mobil (GSM)**

Antena yaitu sebuah transformator atau struktur transmisi antara gelombang terbimbing dengan gelombang ruang bebas atau sebaliknya. Pada umumnya antena memancarkan GEM (Gelombang Elektromagnetik) dan menerima sinyal tersebut. Jenis antena GSM mirip dengan antena omni yang mampu menampung 5 klien sekaligus dan juga digunakan dalam jaringan Point to Multi Point. Global system for mobile atau yang lebih sering dikenal dengan sebutan GSM adalah penyedia data dan voice. Teknologi GSM sendiri memanfaatkan gelombang mikro dan pengiriman sinyal nya dibagi berdasarkan waktu, sehingga informasi yang dikirimkan sampai ke tujuan. Untuk teknologi GSM sendiri kebanyakan diterapkan di komunikasi bergerak, terkhusus untuk telepon genggam atau smartphone. Kelebihan dari GSM adalah interface yang lebih bagi para provider maupun para

penggunanya. Untuk sebagian jaringan GSM ber operasi pada band 900 MHz dan band 1800 MHz.

#### **2.19.7 Antena Global Positioning System (GPS)**

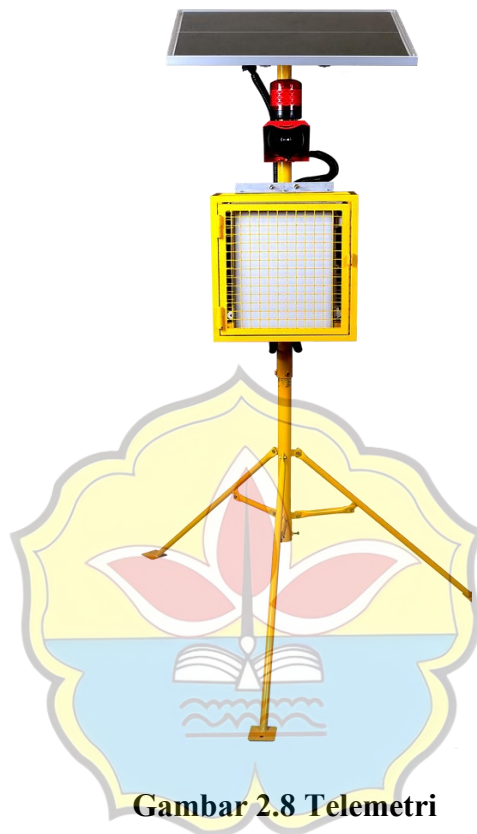
Antena GPS adalah perangkat yang digunakan untuk menerima sinyal dari satelit GPS. Sinyal-sinyal dari satelit GPS digunakan untuk menentukan posisi, kecepatan, dan waktu. Antena GPS dapat digunakan di darat, laut, udara, maupun angkasa. Antena GPS juga merupakan perangkat yang menerima sinyal radio dari frekuensi yang bervariasi. Antena memperluas sinyal dan mengubahnya menjadi sinyal elektronik sehingga dapat ditafsirkan oleh penerima GPS. Penerima GPS kemudian menggunakan sinyal ini untuk memberikan perkiraan lokasi penerima yang akurat.

#### **2.19.8 Telemetry**

Telemetry adalah sebuah teknologi pengukuran dilakukan dari jarak jauh dan melaporkan informasi kepada perancang atau operator sistem. Kata telemetry berasal dari bahasa Yunani yaitu *tele* artinya jarak jauh sedangkan *metron* artinya pengukuran. Secara istilah telemetry diartikan sebagai suatu bidang keteknikan yang memanfaatkan instrumen untuk mengukur panas, radiasi, kecepatan atau property lainnya dan mengirimkan data hasil pengukuran ke penerima yang letaknya jauh secara fisik, berada diluar dari jangkauan pengamat atau user.

Telemetry dalam keadaan bergerak berpengaruh pada saat pengukuran, pengukuran tersebut untuk mendapatkan nilai percepatan pada suatu benda bergerak. Telemetry bergerak sangat rentan terhadap *noise*. *Noise* yang sering

terjadi adalah *noise* dari getaran, suhu, tekanan atmosfer, dan benda yang menjadi penghalang.



**Gambar 2.8 Telemetry**

Sumber: PT Mertani, 2018

#### **2.19.9 Data Logger**

Data logger adalah sebuah alat elektronik yang berfungsi sebagai perekam data dan pengumpulan data secara otomatis. Data yang dikumpulkan diperoleh dari sensor yang mengubah besaran fisika menjadi sinyal dalam bentuk tegangan listrik yang kemudian dikirimkan ke mikroprosesor untuk proses pengolahan sesuai dengan keinginan dan kebutuhan penelitian. Data logger biasanya dilengkapi dengan baterai untuk sumber tenaga dan dilengkapi dengan memori eksternal untuk

tempat penyimpanan data. Beberapa data logger juga dilengkapi dengan papan tampilan seperti LCD sebagai komponen antarmuka dan berdiri sendiri. Dalam sejarahnya data logger memiliki perbedaan dengan sistem akuisisi data. Ada beberapa perbedaan spesifik yang dapat membedakan data logger dengan sistem akuisisi data, diantaranya adalah:

1. Frekuensi data logger lebih lambat dari pada sistem akuisisi data. Data logger memiliki frekuensi paling cepat 1Hz sedangkan sistem akuisisi data memiliki frekuensi paling lambat 1Hz.
2. Data logger adalah perangkat yang dapat berdiri sendiri karena terdapat memori untuk penyimpanan data, sedangkan sistem akuisisi data harus menggunakan komputer untuk memperoleh data.
3. Data logger harus dilengkapi dengan RTC sedangkan sistem akuisisi tidak perlu dilengkapi dengan RTC karena sudah terdapat pada komputer yang digunakan.

#### **2.19.10 Solar Cell**

Menurut Purwoto (2018), Solar Cell atau sel surya adalah suatu komponen yang dapat mengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya ini bekerja menggunakan efek fotovoltaic atau disebut dengan sel photovoltaic. Sel photovoltaic atau efek photovoltaic yaitu suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padat atau cair saat mendapatkan energi cahaya. Maka dari itu, solar cell atau sel surya sering disebut dengan sel photovoltaic (PV). Efek photovoltaic dapat dikatakan sebagai teknologi yang fungsinya untuk

mengkonversi radiasi cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung. Solar cell juga merupakan sebuah hamparan semikonduktor yang dimana dapat menyerap photon dari sinar matahari mengubah menjadi energi listrik.



**Gambar 2.9 Solar Cell**

Sumber: PT. Mertani, 2018

## **2.20 Penelitian Terdahulu**

Penelitian ini didasari oleh penelitian terdahulu baik dari jenis penelitian maupun metode penelitian yang digunakan. Penjelasan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dapat dilihat pada tabel 2.12 berikut



Tabel 2.12 Penelitian Terdahulu

| No | Judul/Penulis/Tahun/<br>Intansi                                                                                                                                                                                              | Tujuan                                                                                                  | Metode          | Kesimpulan                                                                                                                                                                                |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Kajian Early Warning System untuk banjir studi kasus di kenjeran surabaya / Hari, Widiyanto, Puspa, Dewi, Rusguwanto, Yanggah / 2023 / Universitas Widya kartika, Universitas Kristen petra, Universitas Bina Nusantara.     | Untuk mengukur ketinggian muka air dan mengetahui kinerja rumah pompa terhadap sistem EWS.              | Action Research | Dari hasil analisa jumlah EWS yang ada di Surabaya, khususnya di daerah Kenjeran sudah sesuai karena telah mencakup 80% dari areal wilayah tersebut.                                      |
| 2  | Rancang Bangun Monitoring Early Warning System Banjir Berdasarkan Ketinggian Aliran Sungai Menggunakan Modem SIM900 dan Internet of Things / Sumardiono, Alimudin, zaenurrohman, Susanti / 2022 / Politeknik Negeri Cilacap. | Untuk memberikan alarm warga sekitar sungai agar lebih siaga dan menyebarkan informasi melalui website. | Modem<br>SIM900 | Hasil pengujian menunjukkan bahwa persentase error pengukuran jarak sensor yang terbaca di serial monitor dengan yang terukur pada penggaris sangat kecil, yaitu 0,00023 % pada sensor 1. |

|   |                                                                                                                                                                       |                                                                                                             |                     |                                                                                                                                                                            |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | <i>Early Warning System Berbasis Internet Of Things (IOT) pada Daerah Rawan Bencana Banjir di Kota Semarang / Sari dan Christianto / 2023 / Universitas Semarang.</i> | Untuk membangun sistem deteksi dini banjir di kota Semarang                                                 | <i>Prototype</i>    | <i>Prototype early warning system berbasis Internet of Things (IOT) merupakan alternatif baru yang sangat minim di daerah Kota Semarang khususnya Kelurahan Dadapsari.</i> |
| 4 | Perancangan sistem peringatan dini banjir berbasis mikrokontroler dan <i>short message service</i> / Ramadhan, Kurniawan, Sugiana / 2020 / Universitas Telkom.        | Untuk memberikan siaga dini banjir kepada warga di kecamatan balendah.                                      | Program Arduino IDE | Jika ketinggian air sudah lebih dari 200cm maka sistem akan mengirimkan SMS otomatis berupa potensi terjadinya banjir.                                                     |
| 5 | Monitoring Ketinggian Air dan Curah Hujan Dalam <i>Early Warning System</i> Bencana Banjir Berbasis IoT / Wandu, dan Ashari / 2023 / Universitas Gajah Mada.          | Untuk memantau ketinggian air dan mengembangkan sistem untuk mengirim informasi notifikasi kepada pengguna. | Rancangan Model     | Penggunaan sensor ketinggian air dan sensor curah hujan sangat diperlukan dalam pembuatan sistem <i>Early Warning System</i> untuk mendeteksi potensi banjir dengan baik.  |

Sumber : Data Olahan Penulis (2024)

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Studi Pendahuluan**

*Early Warning System* atau Sistem Peringatan Dini merupakan serangkaian sistem untuk memberitahukan akan timbulnya kejadian alam, dapat berupa bencana maupun tanda-tanda alam lainnya. Peringatan dini pada masyarakat atas bencana merupakan tindakan memberikan informasi dengan bahasa yang mudah dicerna oleh masyarakat. Kesigapan dan kecepatan reaksi masyarakat diperlukan karena waktu yang sempit dari saat dikeluarkannya informasi dengan saat (dugaan) datangnya bencana.

Sistem *Early Warning System* pada penelitian ini terdapat dua titik sistem pembacaan ketinggian air sungai dengan jarak antar titik (skala laboratorium) yaitu dengan jarak 100 meter. Dalam monitoring, semakin banyak data yang didapatkan maka akurasi semakin tinggi. Dalam penelitian ini digunakan dua titik sebagai simulasi. Penempatan titik pembacaan ketinggian air dapat diibaratkan titik-titik aliran sungai yang rawan banjir. Studi pendahuluan ini dapat menjadi acuan, baik dalam rangka pengenalan dan perumusan hipotesis.

#### **3.2 Studi Literatur**

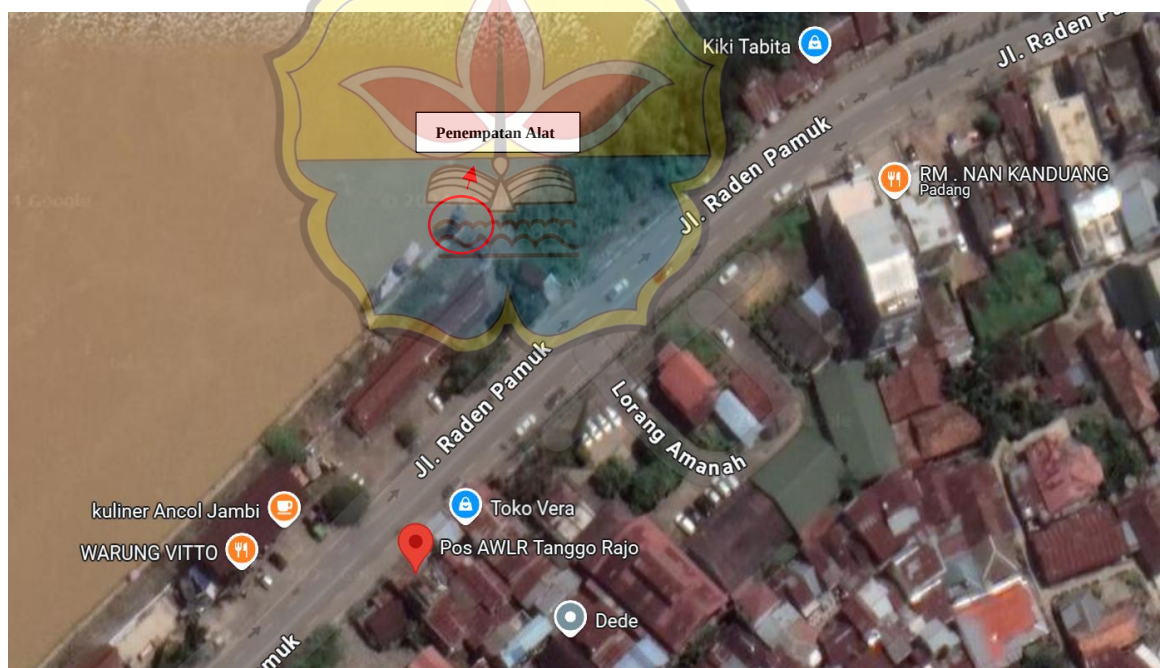
Studi literatur adalah sebuah proses dimana seorang penulis skripsi melakukan pencarian informasi dari berbagai sumber untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang topik penelitiannya. Dalam studi literatur, penulis skripsi akan mencari literatur dari berbagai sumber seperti buku, jurnal,

artikel, dan sumber informasi elektronik lainnya yang relevan dengan topik penelitian yang sedang diangkat.

Dalam melaksanakan studi literatur, penulis skripsi harus memperhatikan kualitas dan relevansi dari literatur yang digunakan serta kemampuan untuk mensintesis dan mengintegrasikan temuan dari literatur yang telah dibaca. Untuk referensi literatur bisa dilihat pada Tabel 2.12 Penelitian Terdahulu.

### 3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Pos AWLR Tanggo Rejo yang terletak di Jalan Sultan Thaha No.17, Pasar Jambi, Kec. Pasar Jambi, Kota Jambi, Jambi 36123.



**Gambar 3.1 Lokasi Penelitian dan Penempatan Alat**

Sumber : Google Earth (2024)

### 3.4 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah Penelitian Deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan survei pada

Lokasi terkait dengan hasil berupa observasi kemudian dianalisis secara kualitatif.

### 3.5 Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian merujuk pada informasi atau bahan yang digunakan sebagai dasar dalam melakukan analisis, interpretasi, dan penarikan kesimpulan dalam penelitian. Data yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Data Primer yaitu data-data yang diperoleh langsung dari sumber asli, diamati, dan dicatat. Data Primer dalam penelitian ini diperoleh dengan cara :
  - a. Observasi lapangan, yaitu dengan pengamatan/survei secara langsung ke lapangan untuk memperoleh data terkait penelitian.
  - b. Kuisisioner
  - c. Dokumentasi, yang di ambil langsung di lokasi Penelitian
2. Data Sekunder yaitu data-data yang diperoleh dari penelitian yang sudah ada, jurnal, dan literatur, dokumen-dokumen perusahaan serta situs internet. Adapun data yang diperlukan yaitu :
  - a. Denah lokasi
  - b. Data curah hujan dari 2014-2023 yang di peroleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)

### 3.6 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode Rasional, Analisis Distribusi dan Frekuensi, dan Tujuannya untuk menghasilkan perhitungan dari data curah hujan yang sudah diolah Perhitungan dan analisis berdasarkan urutan pekerjaannya dilakukan setelah data terkumpul.



### 3.7 Pengumpulan Data

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

1. Studi pustaka terhadap materi untuk menentukan garis besarnya.
2. Menentukan data-data yang diperlukan
3. Menyiapkan surat izin penelitian ke instansi-instansi terkait seperti Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).
4. Penyebaran data kuisioner kepada masyarakat terdampak banjir.
5. Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi sebenarnya.

### 3.8 Tahapan Penelitian

Kegiatan penelitian merupakan suatu proses pemecahan masalah secara sistematis untuk menjelaskan bagaimana penelitian berlangsung, sehingga mampu menghasilkan kesimpulan yang akurat, yaitu dengan cara:

#### a. Kepustakaan

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

#### b. Metode Observasi

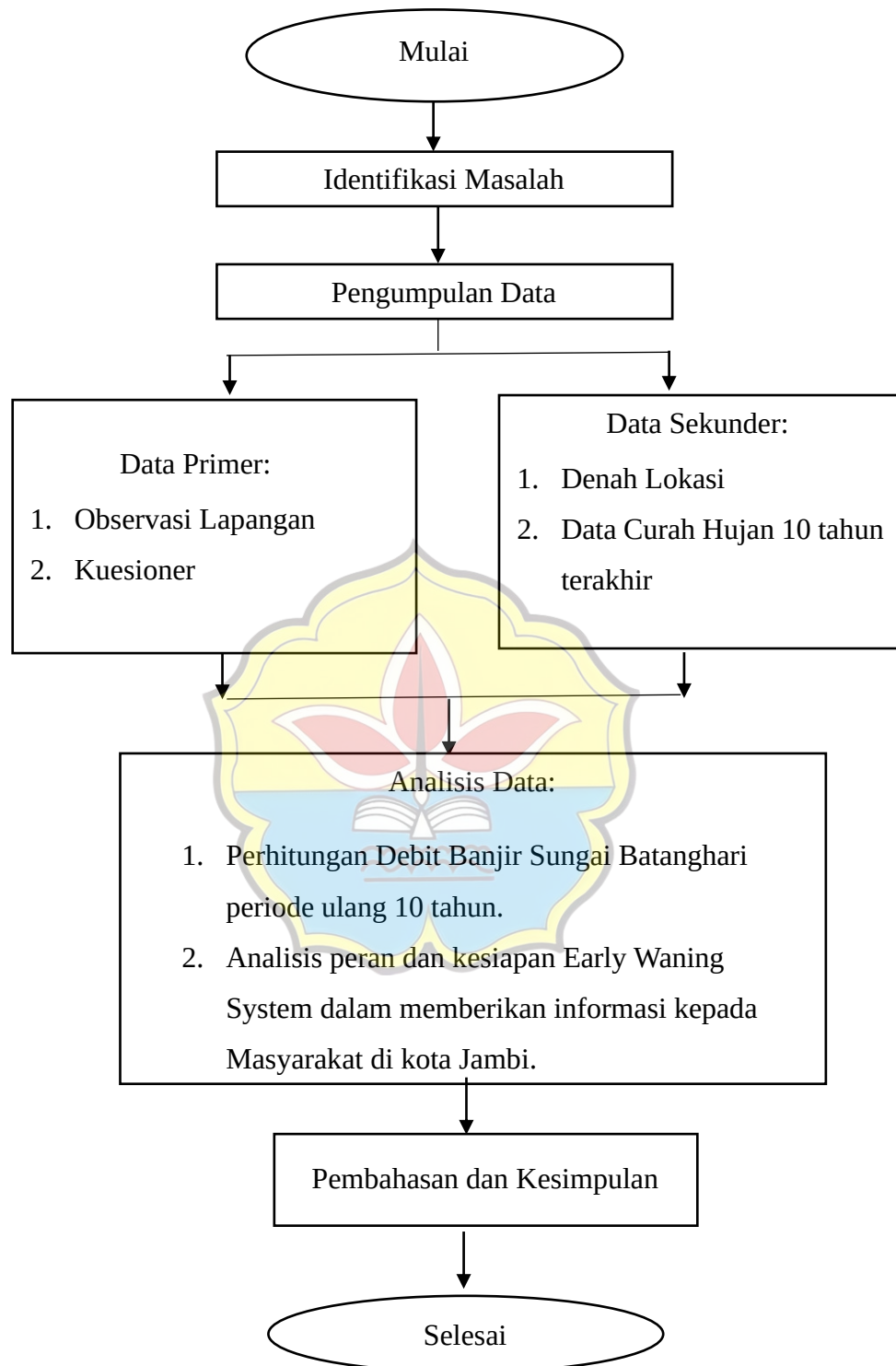
Metode observasi yang dimaksud merupakan suatu cara pengumpulan data, dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi untuk mengetahui kondisi sebenarnya di lapangan. Pengumpulan data dengan cara menginventarisasi data

curah hujan dan klimatologi dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) antara lain, Data curah hujan bulanan dengan periode 10 Tahun 2014-2023 didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Sultan Thaha Jambi.

### 3.9 Bagan Alir

Bagan alir adalah tahapan untuk memudahkan dalam pembahasan serta analisa. Bagan Alir pada proses penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.





**Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian**

Sumber: Data Olahan (2024)

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Deskripsi Data

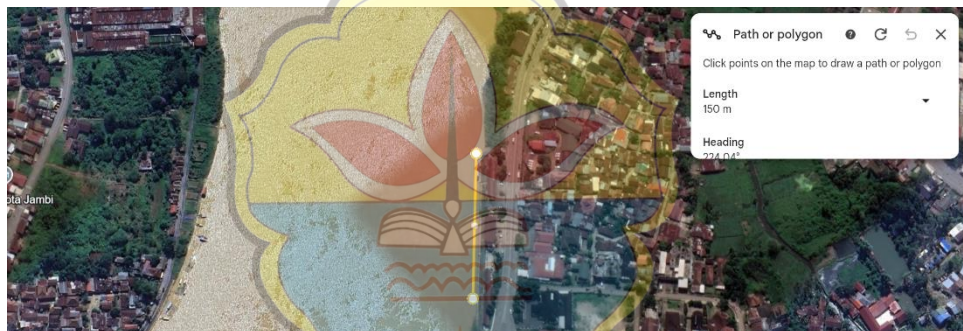
Daerah Aliran Sungai Batanghari merupakan DAS terbesar kedua di Indonesia (Departemen Kehutanan, 2002)

Luas DAS = 49,000 km<sup>2</sup>

Panjang Sungai = 870 km

Lebar Sungai = 273,14 meter

Panjang Sungai *Existing* = 150 meter



**Gambar 4.1 Panjang Sungai *Existing***  
Sumber: Google Earth (2025)

#### 4.2 Analisa Curah Hujan

##### 4.2.1 Curah Hujan Bulanan Maksimum

Untuk menganalisa curah rencana dan debit banjir rencana pada Sungai Batanghari diperlukan data curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir (2014-2023). Pada penelitian ini data curah hujan yang digunakan diperoleh BMKG Kota Jambi. Berikut ini data curah hujan 10 tahun terakhir pada Stasiun Meteorologi Sultan Thaha Jambi.

**Tabel 4. 1 Tabel Data Curah Hujan Kota Jambi**

|           | 2014                | 2015                | 2016                | 2017                | 2018                | 2019                | 2020                | 2021                | 2022                | 2023                |
|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Bulan     | Curah Hujan<br>(mm) | Curah Hujan<br>(mm) | Curah Hujan<br>(mm) | Curah Hujan<br>(mm) | Curah Hujan<br>(mm) | Curah Hujan<br>(mm) | Curah Hujan<br>(mm) | Curah Hujan<br>(mm) | Curah Hujan<br>(mm) | Curah Hujan<br>(mm) |
| Januari   | 92                  | 158                 | 104                 | 129                 | 135                 | 167                 | 152                 | 192                 | 292                 | 191                 |
| Februari  | 26                  | 111                 | 195                 | 191                 | 220                 | 291                 | 86                  | 48                  | 173                 | 158                 |
| Maret     | 101                 | 178                 | 70                  | 196                 | 307                 | 151                 | 232                 | 357                 | 305                 | 286                 |
| April     | 338                 | 304                 | 234                 | 298                 | 212                 | 386                 | 205                 | 329                 | 127                 | 171                 |
| Mei       | 109                 | 134                 | 80                  | 158                 | 290                 | 161                 | 220                 | 231                 | 197                 | 335                 |
| Juni      | 102                 | 35                  | 76                  | 233                 | 87                  | 160                 | 95                  | 145                 | 148                 | 197                 |
| Juli      | 195                 | 73                  | 127                 | 55                  | 31                  | 21                  | 198                 | 186                 | 227                 | 150                 |
| Agustus   | 185                 | 37                  | 199                 | 68                  | 75                  | 3                   | 96                  | 145                 | 251                 | 63                  |
| September | 67                  | 110                 | 109                 | 216                 | 209                 | 48                  | 182                 | 343                 | 176                 | 77                  |
| Oktober   | 101                 | 36                  | 130                 | 230                 | 138                 | 195                 | 368                 | 236                 | 478                 | 26                  |
| November  | 228                 | 345                 | 209                 | 340                 | 421                 | 95                  | 268                 | 313                 | 269                 | 227                 |
| Desember  | 238                 | 298                 | 140                 | 273                 | 237                 | 148                 | 324                 | 247                 | 156                 | 210                 |

Sumber : Data BMKG Sultan Thaha Jambi, 2024



**Tabel 4. 2 Curah Hujan Rata-Rata**

| No        | Tahun | $\Sigma x$ | $X_i$ (mm) |
|-----------|-------|------------|------------|
| 1         | 2014  | 1782       | 148,5      |
| 2         | 2015  | 1819       | 151,58     |
| 3         | 2016  | 1673       | 139,42     |
| 4         | 2017  | 2387       | 198,92     |
| 5         | 2018  | 2362       | 196,83     |
| 6         | 2019  | 1826       | 152,17     |
| 7         | 2020  | 2426       | 202,17     |
| 8         | 2021  | 2773       | 231        |
| 9         | 2022  | 2799       | 233,25     |
| 10        | 2023  | 2091       | 174,25     |
| Jumlah    |       |            | 1828,09    |
| Rata-rata |       |            | 182,80     |

Sumber : Data Olahan, 2024

Contoh Perhitungan jumlah Curah Hujan 2014

$$\begin{aligned}\Sigma x &= 92+26+101+338+109+102+195+185+67+101+228+238 \\ &= 1782\end{aligned}$$

Contoh Perhitungan Curah hujan rata-rata tahun 2014

$\Sigma x$  pada Tahun 2014 adalah 1782

$$X_i = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{1782}{12} = 148,5 \text{ mm}$$

Contoh Perhitungan Curah hujan rata-rata 10 tahun terakhir

$\Sigma x$  10 tahun terakhir adalah 1828,09

$$X_i = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{1828,09}{10} = 182,80 \text{ mm}$$

### 1.2.2 Curah Hujan Tahunan Daerah

Analisa dilakukan dengan metode rata-rata aljabar. Metode ini biasa digunakan untuk mendapatkan besaran curah hujan untuk penyusunan rancangan pengendalian banjir (Sosrodarsono & Takeda, 1977).

Hujan kawasan diperoleh dari persamaan (Suripin, 2004):

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

Keterangan:

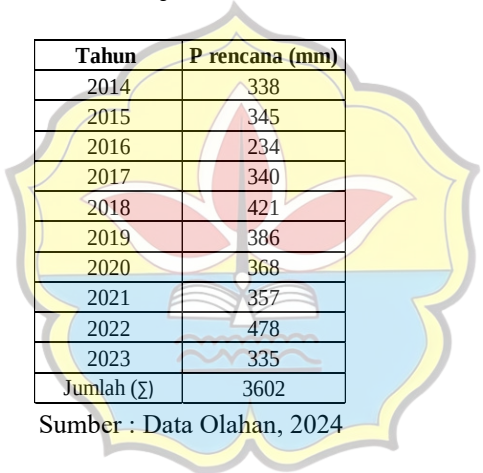
P = Curah hujan tercatat (mm)

P<sub>1</sub>,...,P<sub>n</sub> = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)

n = Jumlah stasiun pengukuran

Rata-rata maksimum diambil sebagai curah hujan areal Sungai Batanghari.

**Tabel 4. 3 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (2014-2023)**



| Tahun      | P rencana (mm) |
|------------|----------------|
| 2014       | 338            |
| 2015       | 345            |
| 2016       | 234            |
| 2017       | 340            |
| 2018       | 421            |
| 2019       | 386            |
| 2020       | 368            |
| 2021       | 357            |
| 2022       | 478            |
| 2023       | 335            |
| Jumlah (Σ) | 3602           |

Sumber : Data Olahan, 2024

P rencana Tahunan didapat dari curah hujan maksimum Per-Tahun pada **Tabel 4.1**

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

| Bulan     | P rencana (mm) |
|-----------|----------------|
| Januari   | 292            |
| Februari  | 291            |
| Maret     | 357            |
| April     | 386            |
| Mei       | 335            |
| Juni      | 233            |
| Juli      | 227            |
| Agustus   | 251            |
| September | 343            |
| Oktober   | 478            |
| November  | 421            |
| Desember  | 324            |

Sumber : Data Olahan, 2024

P rencana Bulanan didapat dari Curah hujan Maksimum Per-Bulan pada **Tabel 4.1**

Hubungan antara curah hujan bulanan dan tahunan sangat penting untuk memahami siklus hidrologi dalam suatu wilayah. Curah hujan bulanan memungkinkan perhitungan curah hujan efektif yang dapat diakses oleh tanaman atau digunakan untuk menghitung curah hujan yang dapat berkontribusi pada aliran sungai dan reservoir. Dalam hal ini, data tahunan memberi gambaran tentang total pasokan air dari curah hujan, sedangkan data bulanan memberikan informasi yang diperlukan untuk perencanaan harian atau musiman (A.W Cowan, 1979).

### **4.3 Analisis Distribusi Curah Hujan**

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

#### **4.3.1 Penentuan Jenis Distribusi**

##### **4.3.1.1 Metode Distribusi Normal**

Metode distribusi normal dalam analisis curah hujan adalah pendekatan statistik yang digunakan untuk memodelkan dan memahami pola distribusi curah hujan yang terjadi di suatu daerah.

**Tabel 4. 5 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal**

| No        | Tahun | Curah Hujan Maks (Xi) | (Xi - X) | (Xi - X) <sup>2</sup> | (Xi - X) <sup>3</sup> | (Xi - X) <sup>4</sup> |
|-----------|-------|-----------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1         | 2014  | 338                   | -22,2    | 492,84                | -10941,048            | 242891,2656           |
| 2         | 2015  | 345                   | -15,2    | 231,04                | -3511,808             | 53379,4816            |
| 3         | 2016  | 234                   | -126,2   | 15926,44              | -2009916,72           | 253651491,1           |
| 4         | 2017  | 340                   | -20,2    | 408,04                | -8242,408             | 166496,6416           |
| 5         | 2018  | 421                   | 60,8     | 3696,64               | 224755,712            | 13665147,29           |
| 6         | 2019  | 386                   | 28,5     | 812,25                | 23149,125             | 659750,0625           |
| 7         | 2020  | 368                   | 7,8      | 60,84                 | 474,552               | 3701,5056             |
| 8         | 2021  | 357                   | -3,2     | -10,24                | -32,768               | 104,8576              |
| 9         | 2022  | 478                   | 117,8    | 13876,84              | 1634691,752           | 192566688,4           |
| 10        | 2023  | 335                   | -25,2    | 635,04                | -16003,008            | 403275,8016           |
| Jumlah    |       | 3602                  | 2,7      | 36129,73              | -165576,627           | 461412926,4           |
| $\bar{x}$ |       | 360,2                 |          |                       |                       |                       |
| S         |       | 63,25                 |          |                       |                       |                       |

Sumber : Data Olahan, 2024

**a. Perhitungan Dispersi Distribusi Normal**

Nilai (Xi-X) Tahun 2014 = (338-360,2) = -22,2

Nilai (Xi-X)<sup>2</sup> Tahun 2014 = (-22,2)<sup>2</sup> = 492,84

Nilai (Xi-X)<sup>3</sup> Tahun 2014 = (492,84) = -10941,048

Nilai (Xi-X)<sup>4</sup> Tahun 2014 = (-10941,048) = 242891,2656

Nilai rata-rata curah hujan

$$X = \frac{\sum x}{n} = \frac{3602}{10} = 360,2$$

Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{36129,73}{9}} = 63,25$$

Koefisien Variasi ( $C_v$ )

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{63,25}{360,2} = 0,17$$

Koefisien *swekness* ( $C_s$ )

$$C_s = \frac{n \sum (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) s^3} = \frac{(10)(36129,73)}{(10-1)(10-2)63,25} = -0,09$$

Koefisien Kurtosis ( $C_k$ )

$$C_k = \frac{n^2 \sum (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2) s^4} = \frac{10^2 \cdot 461412926,4}{(10-1)(10-2) 63,38^4} = 5,67$$

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

T = Periode Ulang

$K_T$  = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari periode ulang yang didapat dari

**Tabel 2.1**

X = Nilai Rata-rata hitung variat

S = Deviasi Standar nilai variat

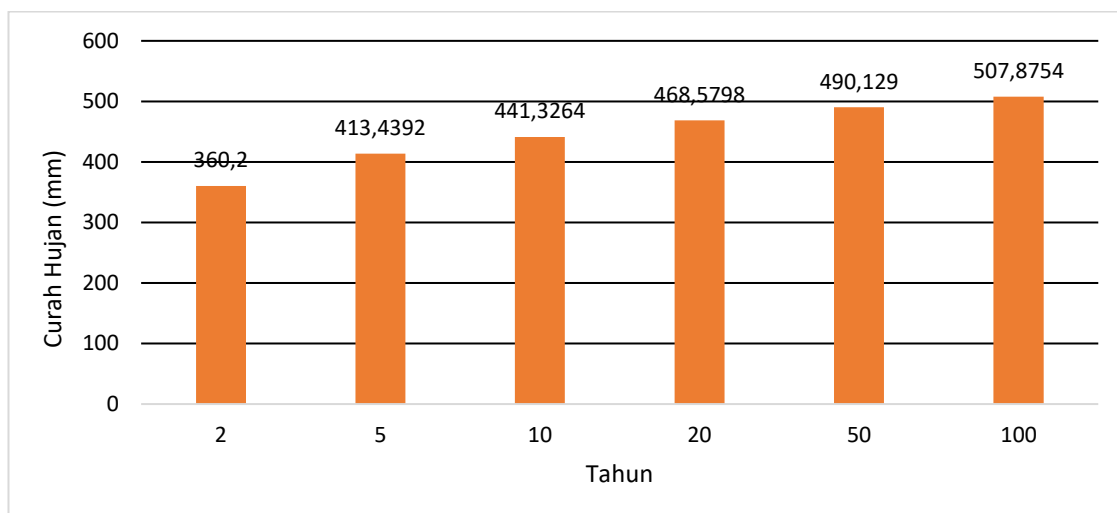


**Tabel 4. 6 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Normal**

| No | Periode Ulang (T)<br>Tahun | $K_T$ | X     | S     | Curah Hujan ( $X_T$ )<br>(mm) |
|----|----------------------------|-------|-------|-------|-------------------------------|
| 1  | 2                          | 0,000 | 360,2 | 63,25 | 360,2                         |
| 2  | 5                          | 0,840 | 360,2 | 63,25 | 413,4392                      |
| 3  | 10                         | 1,280 | 360,2 | 63,25 | 441,3264                      |
| 4  | 20                         | 1,710 | 360,2 | 63,25 | 468,5798                      |
| 5  | 50                         | 2,050 | 360,2 | 63,25 | 490,129                       |
| 6  | 100                        | 2,330 | 360,2 | 63,25 | 507,8754                      |

Sumber : Data Olahan, 2024





**Gambar 4. 2 Grafik Distribusi Normal**

Sumber : Data Olahan, 2024

#### 4.3.1.2 Metode Distribusi Log Normal

**Tabel 4. 7 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal**

| Tahun     | Curah Hujan Maks (Xi) | (Log Xi) | (Log Xi - Log X) | (Log Xi - Log X) <sup>2</sup> | (Log Xi - Log X) <sup>3</sup> | (Log Xi - Log X) <sup>4</sup> |
|-----------|-----------------------|----------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 2014      | 338                   | 2,529    | -0,028           | 0,001                         | 0,000                         | 0,000                         |
| 2015      | 345                   | 2,538    | -0,019           | 0,000                         | 0,000                         | 0,000                         |
| 2016      | 234                   | 2,369    | -0,187           | 0,035                         | -0,007                        | 0,001                         |
| 2017      | 340                   | 2,531    | -0,025           | 0,001                         | 0,000                         | 0,000                         |
| 2018      | 421                   | 2,624    | 0,068            | 0,005                         | 0,000                         | 0,000                         |
| 2019      | 386                   | 2,587    | 0,030            | 0,001                         | 0,000                         | 0,000                         |
| 2020      | 368                   | 2,566    | 0,009            | 0,000                         | 0,000                         | 0,000                         |
| 2021      | 357                   | 2,553    | -0,004           | 0,000                         | 0,000                         | 0,000                         |
| 2022      | 478                   | 2,679    | 0,123            | 0,015                         | 0,002                         | 0,000                         |
| 2023      | 335                   | 2,525    | -0,031           | 0,001                         | 0,000                         | 0,000                         |
| Jumlah    | 3602                  | 25,501   | -0,064           | 0,059                         | 0,000                         | 0,000                         |
| $\bar{x}$ | 360,2                 | 2,550    |                  |                               |                               |                               |
| S         | 63,25                 |          |                  |                               |                               |                               |

Sumber : Data Olahan, 2024

### b. Perhitungan Dispersi Log Normal

Nilai (Log Xi) Tahun 2014 = (Log 338) = 2,529

Nilai (Log Xi - Log X)<sup>2</sup> = (2,529 - 2,557)<sup>2</sup> = 0,001

Nilai (Log Xi - Log X)<sup>3</sup> = (2,529 - 2,557)<sup>3</sup> = 0,000

Nilai (Log Xi - Log X)<sup>4</sup> = (2,529 - 2,557)<sup>4</sup> = 0,000

Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{x} = \frac{\sum \log xi}{n} = \frac{25,501}{10} = 2,550 \text{ mm}$$

Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\log xi - \log \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,059}{10-1}} = 0,0806$$

Koefisien Variasi (C<sub>v</sub>)

$$C_v = \frac{S}{\log \bar{x}} = \frac{0,0806}{2,550} = 0,031$$

Koefisien skewness (C<sub>s</sub>)

$$C_s = \frac{n \sum ((\log xi - \log \bar{x})^3)}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 (0,000)}{(10-1)(10-2)0,0806^3} = -1,2$$

Koefisien Kurtosis (C<sub>k</sub>)

$$C_k = \frac{n^2 \sum ((\log xi - \log \bar{x})^4)}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{10^2 \times 0,000}{(10-1)(10-2)(10-3)0,0806^4} = 6,680$$

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

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

| No | Periode Ulang (T) Tahun | K <sub>T</sub> | Log X | Log X <sub>T</sub> | S      | Curah Hujan |
|----|-------------------------|----------------|-------|--------------------|--------|-------------|
| 1  | 2                       | 0,000          | 2,550 | 2,550              | 0,0806 | 354,813     |
| 2  | 5                       | 0,840          | 2,550 | 2,617              | 0,0806 | 414,431     |
| 3  | 10                      | 1,280          | 2,550 | 2,653              | 0,0806 | 449,556     |
| 4  | 20                      | 1,710          | 2,550 | 2,687              | 0,0806 | 486,758     |
| 5  | 50                      | 2,050          | 2,550 | 2,715              | 0,0806 | 518,340     |
| 6  | 100                     | 2,330          | 2,550 | 2,737              | 0,0806 | 545,882     |

Sumber : Data Olahan, 2024

Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi *Log Normal* :

T = Periode Ulang

K<sub>T</sub> = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari periode ulang yang didapat dari**Tabel 2.1**

X = Nilai Rata-rata hitung variat

S = Deviasi Standar nilai variat

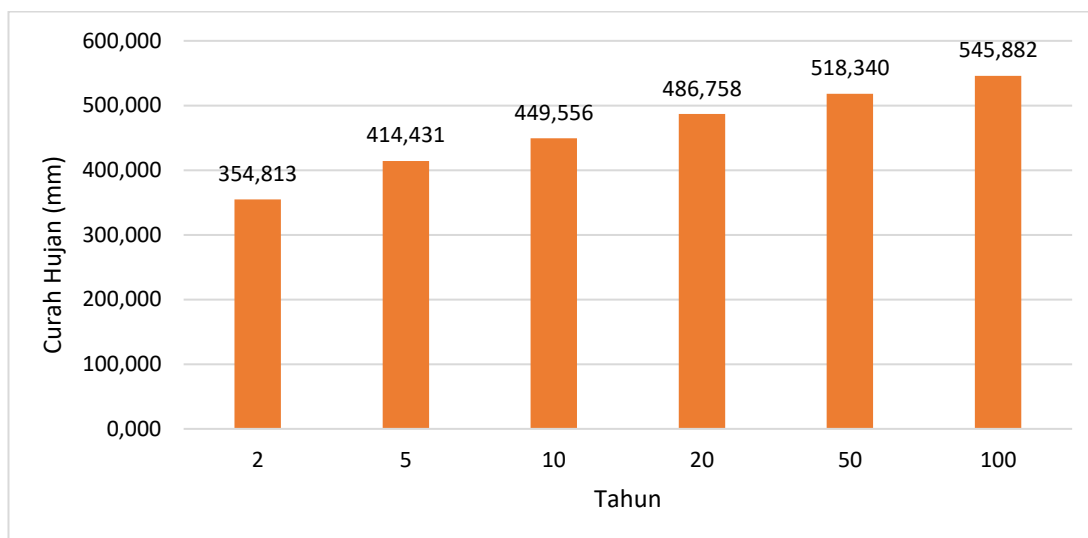
Untuk T = 2 Tahun

$$K_T = 0,00$$

$$\begin{aligned} \text{Log } X_T &= \text{Log } X + (K_T \times S) \\ &= 2,550 + (0,00 \times 0,0806) \\ &= 2,550 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$X_T = 354,813 \text{ mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } x_i - \text{log } \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,059}{10-1}} = 0,0806$$



**Gambar 4. 3 Grafik Distribusi Log Normal**

Sumber : Data Olahan, 2024

#### 4.3.1.3 Metode Distribusi Log Pearson Type III

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

| No        | Tahun | Curah Hujan Maks (Xi) | (Log Xi) | (Log Xi - Log X) | (Log Xi - Log X) <sup>2</sup> | (Log Xi - Log X) <sup>3</sup> | (Log Xi - Log X) <sup>4</sup> |
|-----------|-------|-----------------------|----------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1         | 2014  | 338                   | 2,529    | -0,028           | 0,0076                        | -0,0000                       | 0,000                         |
| 2         | 2015  | 345                   | 2,538    | -0,019           | 0,0003                        | -0,0000                       | 0,000                         |
| 3         | 2016  | 234                   | 2,369    | -0,187           | 0,0350                        | -0,0065                       | 0,0012                        |
| 4         | 2017  | 340                   | 2,531    | -0,025           | 0,0006                        | -0,0000                       | 0,0000                        |
| 5         | 2018  | 421                   | 2,624    | 0,068            | 0,0045                        | 0,0003                        | 0,0000                        |
| 6         | 2019  | 386                   | 2,587    | 0,030            | 0,0009                        | 0,0000                        | 0,0000                        |
| 7         | 2020  | 368                   | 2,566    | 0,009            | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0000                        |
| 8         | 2021  | 357                   | 2,553    | -0,004           | 0,0000                        | 0,0000                        | 0,0000                        |
| 9         | 2022  | 478                   | 2,679    | 0,123            | 0,0151                        | 0,0018                        | 0,0002                        |
| 10        | 2023  | 335                   | 2,525    | -0,031           | 0,0009                        | 0,0000                        | 0,0000                        |
| Jumlah    |       | 3602                  | 25,501   | -0,064           | 0,0581                        | -0,0044                       | 0,0014                        |
| $\bar{x}$ |       | 360,2                 | 2,557    |                  |                               |                               |                               |
| S         |       | 63,25                 |          |                  |                               |                               |                               |

Sumber : Data Olahan, 2024

### c. Perhitungan Dispersi Distribusi Log Person Type III

Nilai rata-rata curah hujan

Nilai (Log Xi) Tahun 2014 = (Log 338) = 2,529

Nilai (Log Xi - Log X)<sup>2</sup> = (2,529 - 2,557)<sup>2</sup> = 0,001

Nilai (Log Xi - Log X)<sup>3</sup> = (2,529 - 2,557)<sup>3</sup> = 0,000

Nilai (Log Xi - Log X)<sup>4</sup> = (2,529 - 2,557)<sup>4</sup> = 0,000

Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{x} = \frac{\sum \log xi}{n} = \frac{25,501}{10} = 2,550 \text{ mm}$$

Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\log xi - \log \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,059}{10-1}} = 0,0806$$

Koefisiien Variasi ( $C_v$ )

$$C_v = \frac{S}{\log \bar{x}} = \frac{0,0806}{2,550} = 0,031$$

Koefisien *swekness* ( $C_s$ )

$$C_s = \frac{n \sum ((\log xi - \log \bar{x})^3)}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10 (0,000)}{(10-1)(10-2)0,0806^3} = -1,2$$

Koefisien Kurtosis ( $C_k$ )

$$C_k = \frac{n^2 \sum ((\log xi - \log \bar{x})^4)}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{10^2 \times 0,000}{(10-1)(10-2)(10-3)0,0806^4} = 6,680$$

Dimana Nilai K adalah Variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien 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 4.10 berikut:



**Tabel 4. 10 Nilai K hasil distribusi Log Pearson III**

| No | Periode Ulang T (Tahun) | C <sub>s</sub> | K     |
|----|-------------------------|----------------|-------|
| 1  | 2                       | -1,2           | 0,195 |
| 2  | 5                       | -1,2           | 0,844 |
| 3  | 10                      | -1,2           | 1,086 |
| 4  | 20                      | -1,2           | 1,282 |
| 5  | 50                      | -1,2           | 1,379 |
| 6  | 100                     | -1,2           | 1,449 |

Sumber : Data Olahan, 2024

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

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

| No | Periode Ulang (T) Tahun | K <sub>T</sub> | Log X | Log X <sub>T</sub> | S      | Curah Hujan |
|----|-------------------------|----------------|-------|--------------------|--------|-------------|
| 1  | 2                       | 0,020          | 2,550 | 2,552              | 0,0806 | 356,095     |
| 2  | 5                       | 0,844          | 2,550 | 2,618              | 0,0806 | 414,737     |
| 3  | 10                      | 1,086          | 2,550 | 2,637              | 0,0806 | 433,716     |
| 4  | 20                      | 1,282          | 2,550 | 2,653              | 0,0806 | 449,722     |
| 5  | 50                      | 1,379          | 2,550 | 2,661              | 0,0806 | 457,861     |
| 6  | 100                     | 1,449          | 2,550 | 2,666              | 0,0806 | 463,826     |

Sumber : Data Olahan, 2024

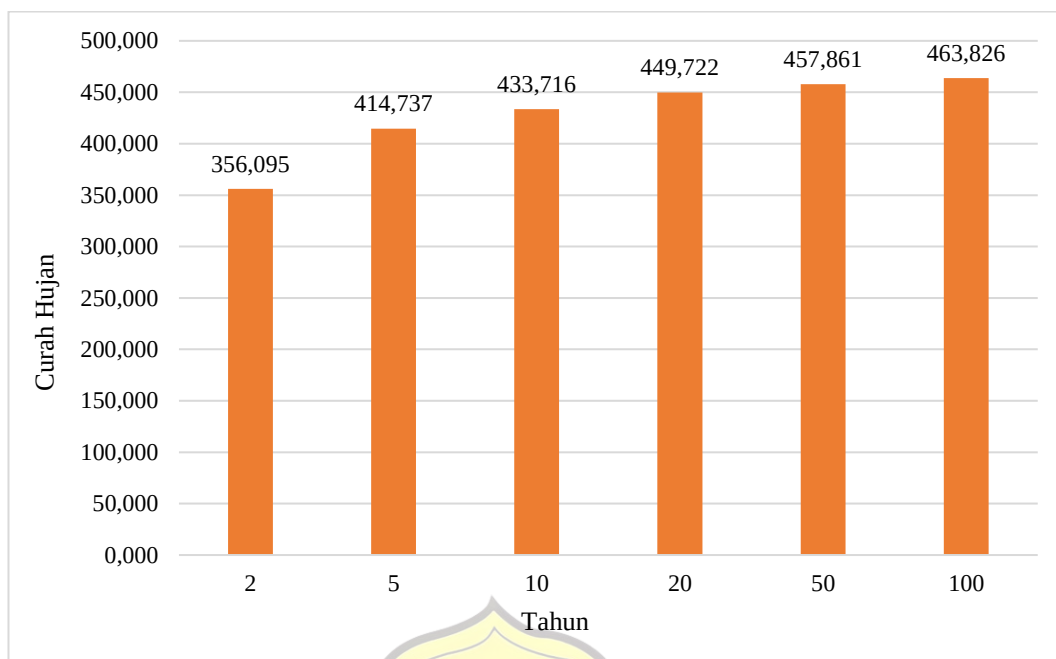
Analisa Curah Hujan Rencana Distribusi Log Person III :

Untuk T = 2 Tahun

K<sub>T</sub> = 0,020

Log X<sub>T</sub> = Log X + ( K<sub>T</sub> x S )  
 = 2,550+ (0,020 x 0,0803)  
 = 2,552 mm

X<sub>T</sub> = 356,095 mm



**Gambar 4. 4 Grafik Distribusi Person III**

Sumber : Data Olahan, 2024

#### 4.3.1.4 Metode Distribusi Gumbel

**Tabel 4. 12 Perhitungan Variable Disperse Distribusi Gumbel**

| No        | Tahun | Curah Hujan Maks (Xi) | (Xi - X) | (Xi - X) <sup>2</sup> | (Xi - X) <sup>3</sup> | (Xi - X) <sup>4</sup> |
|-----------|-------|-----------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1         | 2014  | 338                   | -22,2    | 492,84                | -10941,048            | 242891,2656           |
| 2         | 2015  | 345                   | -15,2    | 231,04                | -3511,808             | 53379,4816            |
| 3         | 2016  | 234                   | -126,2   | 15926,44              | -2009916,728          | 253651491,1           |
| 4         | 2017  | 340                   | -20,2    | 408,04                | -8242,408             | 166496,6416           |
| 5         | 2018  | 421                   | 60,8     | 3696,64               | 224755,712            | 13665147,29           |
| 6         | 2019  | 386                   | 28,5     | 812,25                | 23149,125             | 659750,0625           |
| 7         | 2020  | 368                   | 7,8      | 60,84                 | 474,552               | 3701,5056             |
| 8         | 2021  | 357                   | -3,2     | -10,24                | -32,768               | 104,8576              |
| 9         | 2022  | 478                   | 117,8    | 13876,84              | 1634691,752           | 192566688,4           |
| 10        | 2023  | 335                   | -25,2    | 635,04                | -16003,008            | 403275,8016           |
| Jumlah    |       | 3602                  | 2,7      | 36129,73              | -165576,627           | 461412926,4           |
| $\bar{x}$ |       | 360,2                 |          |                       |                       |                       |
| S         |       | 63,25                 |          |                       |                       |                       |

Sumber : Data Olahan, 2024

#### d. Perhitungan Dispersi Distribusi Gumbel

Nilai  $(X_i - \bar{X})$  Tahun 2014 =  $(338 - 360,2) = -22,2$

Nilai  $(X_i - \bar{X})^2$  Tahun 2014 =  $(-22,2)^2 = 492,84$

Nilai  $(X_i - \bar{X})^3$  Tahun 2014 =  $(-22,2)^3 = -10941,048$

Nilai  $(X_i - \bar{X})^4$  Tahun 2014 =  $(-22,2)^4 = 242891,2656$

Nilai rata-rata curah hujan

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} = \frac{3602}{10} = 360,2$$

Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{36129,73}{9}} = 63,25$$

Koefisien Variasi ( $C_v$ )

$$C_v = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{63,25}{360,2} = 0,17$$

Koefisien *swakness* ( $C_s$ )

$$C_s = \frac{n \sum (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) s^3} = \frac{(10)(-10941,048)}{(10-1)(10-2) 63,25^3} = -0,09$$

Koefisien Kurtosis ( $C_k$ )

$$C_k = \frac{n^2 \sum (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2) s^4} = \frac{10^2 \cdot 461412926,4}{(10-1)(10-2) 63,38^4} = 5,67$$

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:

$$X_{tr} = \bar{x} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \cdot S$$

$$n = 6$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$Y_{tr} = 0,3668$$

$$S_n = 0,9496$$

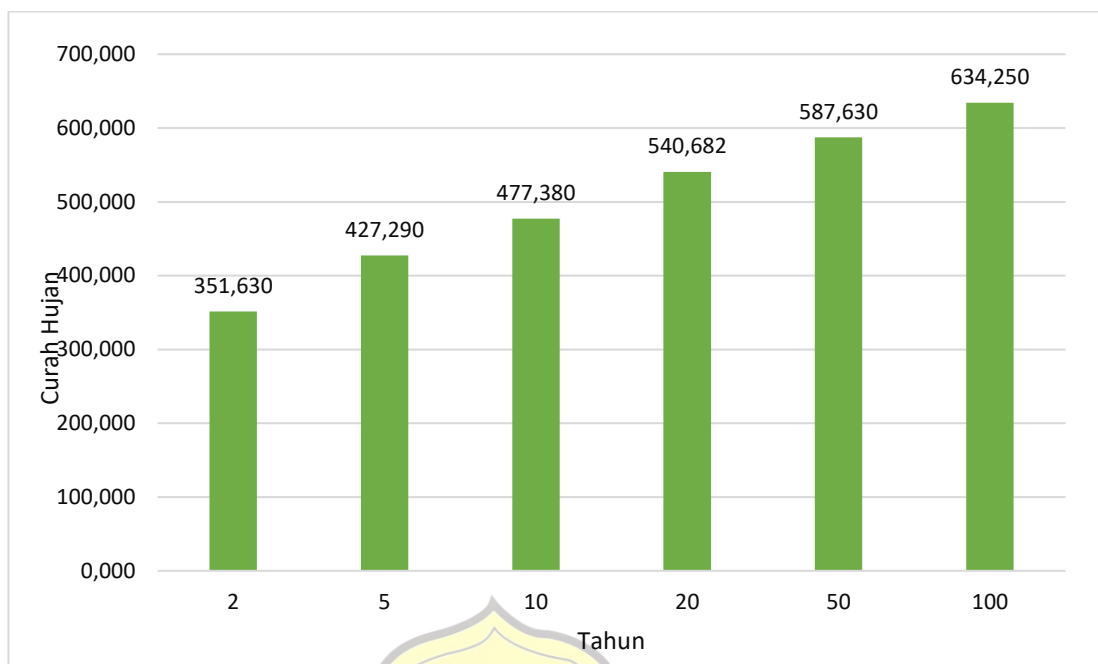
$$X_{tr} = \bar{x} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \cdot S = 360,2 + \frac{0,3668 - 0,4952}{0,9496} \cdot 63,25 = 351,630$$

$$P^{60} = \left[ \frac{93 + 19}{2} x \frac{X_{tr}}{199} \right] = \left[ \frac{93 + 19}{2} x \frac{351,630}{199} \right] = 93,650 \text{ mm}$$

**Tabel 4. 13 Analisa Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel**

| No | Periode Ulang (T) Tahun | $Y_{tr}$ | $Y_n$  | $S_n$  | X     | S     | K      | Curah Hujan ( $X_{Tr}$ ) | $P^{60}$ (T) |
|----|-------------------------|----------|--------|--------|-------|-------|--------|--------------------------|--------------|
| 1  | 2                       | 0,3668   | 0,4952 | 0,9496 | 360,2 | 63,25 | -0,135 | 351,630                  | 93,650       |
| 2  | 5                       | 1,5004   | 0,4952 | 0,9496 | 360,2 | 63,25 | 1,509  | 427,290                  | 113,800      |
| 3  | 10                      | 2,2510   | 0,4952 | 0,9496 | 360,2 | 63,25 | 1,849  | 477,380                  | 127,140      |
| 4  | 20                      | 3,1993   | 0,4952 | 0,9496 | 360,2 | 63,25 | 2,848  | 540,682                  | 144,000      |
| 5  | 50                      | 3,9028   | 0,4952 | 0,9496 | 360,2 | 63,25 | 3,588  | 587,630                  | 156,500      |
| 6  | 100                     | 4,6020   | 0,4952 | 0,9496 | 360,2 | 63,25 | 4,324  | 634,250                  | 168,920      |

Sumber : Data Olahan, 2024



**Gambar 4. 5 Grafik Distribusi Gumbel**

Sumber : Data Olahan, 2024

**Tabel 4. 14 Hasil Analisis Frekuensi**

| Durasi | Periode Ulang (mm/menit) |         |          |          |          |           |
|--------|--------------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
|        | 2 Tahun                  | 5 Tahun | 10 Tahun | 20 Tahun | 50 Tahun | 100 Tahun |
| 5      | 229,988                  | 360,271 | 470,79   | 610,564  | 774,681  | 926,887   |
| 10     | 172,131                  | 269,64  | 352,356  | 456,968  | 579,799  | 693,716   |
| 20     | 120,039                  | 188,04  | 295,724  | 318,677  | 404,336  | 483,778   |
| 30     | 95,213                   | 149,149 | 194,903  | 252,769  | 320,712  | 383,724   |
| 40     | 80,221                   | 125,664 | 164,214  | 212,968  | 270,212  | 323,303   |
| 50     | 70,004                   | 109,66  | 143,3    | 185,845  | 235,799  | 282,128   |
| 60     | 65,51                    | 97,922  | 127,961  | 165,951  | 210,558  | 251,928   |
| 80     | 52,122                   | 81,648  | 106,695  | 138,372  | 175,565  | 210,06    |
| 120    | 40,117                   | 62,843  | 82,121   | 106,502  | 135,129  | 161,679   |

Sumber : Data Olahan, 2024

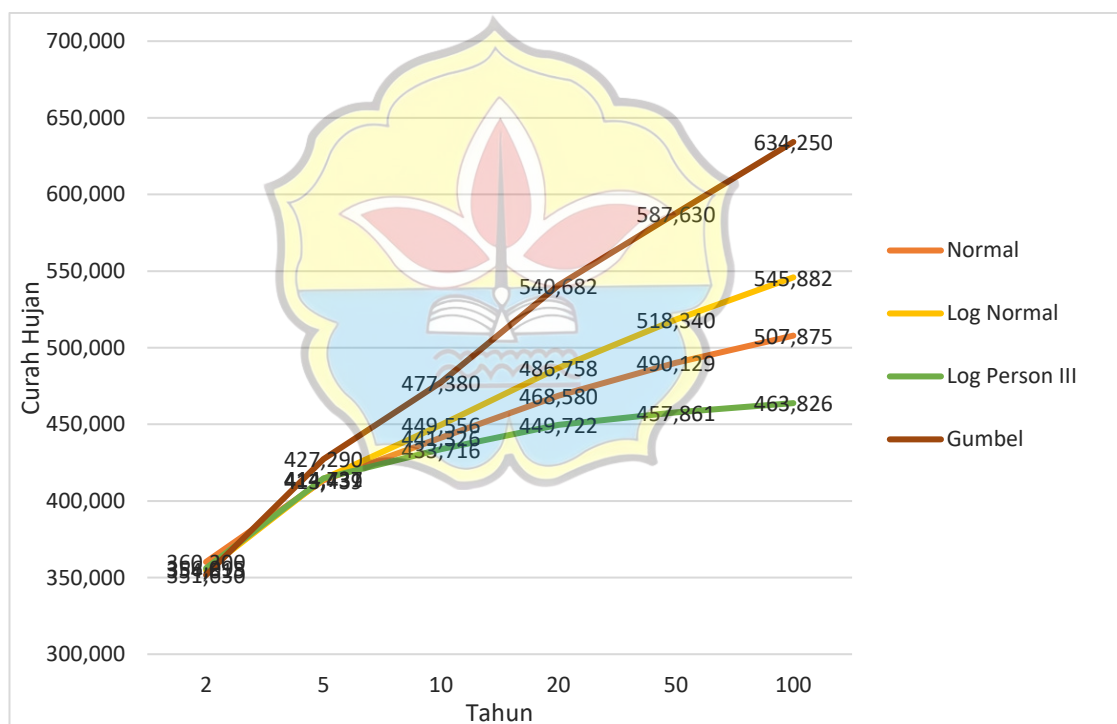
$$\begin{aligned}
 P_i &= (0,21 \cdot \ln T + 0,52) \times (0,54 \cdot t^{0,25} - 0,50) \times \left[ \frac{P^{60} \times 60}{t} \right] \\
 &= (0,21 \cdot \ln 2 + 0,52) \times (0,54 \cdot 5^{0,25} - 0,50) \times \left[ \frac{93,65 \times 60}{5} \right] \\
 &= 229,988 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

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

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

| No | Periode Ulang T (Tahun) | Normal  | Log Normal | Log Person III | Gumbel  |
|----|-------------------------|---------|------------|----------------|---------|
| 1  | 2                       | 360,200 | 354,813    | 356,095        | 351,630 |
| 2  | 5                       | 413,439 | 414,431    | 414,737        | 427,290 |
| 3  | 10                      | 441,326 | 449,556    | 433,716        | 477,380 |
| 4  | 20                      | 468,580 | 486,758    | 449,722        | 540,682 |
| 5  | 50                      | 490,129 | 518,340    | 457,861        | 587,630 |
| 6  | 100                     | 507,875 | 545,882    | 463,826        | 634,250 |

Sumber : Data Olahan, 2024



**Gambar 4. 6 Rekapitulasi Analisis Curah Hujan Rencana Maksimum (4 metode)**

Sumber : Data Olahan, 2024

Dari hasil analisis distribusi frekuensi hujan dengan empat metode pada Tabel 4.15 dan Gambar 4.5 maka yang digunakan periode ulang 10 Tahun terlihat bahwa distribusi metode Gumbel Periode ulang 10 Tahun yang paling ekstrim sehingga data inilah yang digunakan untuk analisis berikutnya.



**Tabel 4. 16 Perbandingan Hasil Dispersi**

| No | Dispersi | Hasil Dispersi |            |                |        |
|----|----------|----------------|------------|----------------|--------|
|    |          | Normal         | Log Normal | Log Person III | Gumbel |
| 1  | S        | 63,25          | 0,0806     | 0,0806         | 63,25  |
| 2  | $C_s$    | -0,090         | -1,2       | -1,2           | -0,090 |
| 3  | $C_k$    | 5,670          | 6,680      | 6,680          | 5,670  |
| 4  | $C_v$    | 0,170          | 0,031      | 0,031          | 0,170  |

Sumber : Data Olahan, 2024

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

Adapun hasil uji distribusi dapat dilihat pada tabel 4.17 di bawah ini:

**Tabel 4. 17 Hasil Uji Distribusi**

| Jenis Distribusi | Syarat                                                | Perhitungan | Kesimpulan     |
|------------------|-------------------------------------------------------|-------------|----------------|
| Normal           | $C_s = 0$                                             | -0,090      | Tidak Memenuhi |
|                  | $C_k = 3$                                             | 5,670       |                |
| Log Normal       | $C_s = 3C_v + C_v^3 = 0,087$                          | -1,2        | Tidak Memenuhi |
|                  | $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3,01$ | 6,680       |                |
| Log Pearson III  | $C_s \neq 0$                                          | -1,2        | Memenuhi       |
|                  | $C_k \neq 0$                                          | 6,680       |                |
| Gumbel           | $C_s = 1,14$                                          | -0,090      | Tidak Memenuhi |
|                  | $C_k = 5,4$                                           | 5,670       |                |

Sumber : Data Olahan, 2024

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 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*.

Keterangan :

|                     |                                                    |              |
|---------------------|----------------------------------------------------|--------------|
| I                   | = didapat dari tabel 4.15 hasil analisis frekuensi |              |
| Log t               | = Log (5)                                          | = 0,699      |
| Log I               | = Log (229,988)                                    | = 2,362      |
| Log t x Log I       | = 0,699 x 2,362                                    | = 1,651      |
| Log t <sup>2</sup>  | = 0,699 <sup>2</sup>                               | = 0,489      |
| t x I               | = 5 x 229,988                                      | = 1149,490   |
| t x I <sup>2</sup>  | = 5 x 52894,480                                    | = 264472,401 |
| √t                  | = √5                                               | = 2,236      |
| I x √t              | = 229,988 x 2,236                                  | = 514,269    |
| I <sup>2</sup> x √t | = 52894,480 x 2,236                                | = 118275,7   |

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

| t<br>(menit) | I<br>(mm/menit) | Log t  | Log I  | Log t x<br>Log I | Log t <sup>2</sup> | t x I      | I <sup>2</sup> | t x I <sup>2</sup> | √t     | I x √t  | I <sup>2</sup> x √t |
|--------------|-----------------|--------|--------|------------------|--------------------|------------|----------------|--------------------|--------|---------|---------------------|
| 5            | 229,988         | 0,699  | 2,362  | 1,651            | 0,489              | 1149,940   | 52894,480      | 264472,401         | 2,236  | 514,269 | 118275,7            |
| 10           | 172,131         | 1,000  | 2,236  | 2,236            | 1,000              | 1721,310   | 29629,081      | 296290,812         | 3,162  | 544,326 | 93695,4             |
| 20           | 120,039         | 1,301  | 2,079  | 2,705            | 1,693              | 2400,780   | 14409,362      | 288187,230         | 4,472  | 536,831 | 64440,6             |
| 30           | 95,213          | 1,477  | 1,979  | 2,923            | 2,182              | 2856,390   | 9065,515       | 271965,461         | 5,477  | 521,503 | 49653,9             |
| 40           | 80,221          | 1,602  | 1,904  | 3,051            | 2,567              | 3208,840   | 6435,409       | 257416,354         | 6,325  | 507,362 | 40701,1             |
| 50           | 70,004          | 1,699  | 1,845  | 3,135            | 2,886              | 3500,200   | 4900,560       | 245028,001         | 7,071  | 495,003 | 34652,2             |
| 60           | 62,510          | 1,778  | 1,796  | 3,193            | 3,162              | 3750,600   | 3907,500       | 234450,006         | 7,746  | 484,200 | 30267,4             |
| 80           | 52,122          | 1,903  | 1,717  | 3,268            | 3,622              | 4169,760   | 2716,703       | 217336,231         | 8,944  | 466,193 | 24298,9             |
| 120          | 40,117          | 2,079  | 1,603  | 3,334            | 4,323              | 4814,040   | 1609,374       | 193124,843         | 10,954 | 439,460 | 17629,8             |
| Jumlah       | 922,345         | 13,539 | 17,521 | 25,495           | 21,923             | 27.571,860 | 125.567,984    | 2.268.271,3        | 56,388 | 4.509,1 | 473.614,9           |

Sumber : Data Olahan, 2024

**Tabel 4.19 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 5 Tahun**

| t<br>(menit) | I<br>(mm/menit) | Log t  | Log I  | Log t x<br>Log I | Log t <sup>2</sup> | t x I      | I <sup>2</sup> | t x I <sup>2</sup> | √t     | I x √t  | I <sup>2</sup> x √t |
|--------------|-----------------|--------|--------|------------------|--------------------|------------|----------------|--------------------|--------|---------|---------------------|
| 5            | 360,271         | 0,699  | 2,557  | 1,787            | 0,489              | 1801,355   | 129795,19      | 648975,967         | 2,236  | 805,590 | 290230,9            |
| 10           | 269,640         | 1,000  | 2,431  | 2,431            | 1,000              | 2696,400   | 72705,73       | 727057,296         | 3,162  | 852,677 | 229915,7            |
| 20           | 188,04          | 1,301  | 2,274  | 2,959            | 1,693              | 3760,800   | 35359,04       | 707180,832         | 4,472  | 840,940 | 158130,4            |
| 30           | 149,149         | 1,477  | 2,174  | 3,211            | 2,182              | 4474,470   | 22245,42       | 667362,726         | 5,477  | 816,923 | 121843,2            |
| 40           | 125,664         | 1,602  | 2,099  | 3,363            | 2,567              | 5026,560   | 15791,44       | 631657,6358        | 6,325  | 794,769 | 99873,8             |
| 50           | 109,66          | 1,699  | 2,040  | 3,466            | 2,886              | 5483,000   | 12025,32       | 601265,780         | 7,071  | 775,413 | 85031,8             |
| 60           | 97,922          | 1,778  | 1,991  | 3,540            | 3,162              | 5875,320   | 9588,72        | 575323,085         | 7,746  | 758,501 | 74273,9             |
| 80           | 81,648          | 1,903  | 1,912  | 3,639            | 3,622              | 6531,840   | 6666,40        | 533311,672         | 8,944  | 730,282 | 59626,1             |
| 120          | 81,648          | 2,079  | 1,912  | 3,975            | 4,323              | 9797,760   | 6666,40        | 799967,508         | 10,954 | 894,409 | 73026,7             |
| Jumlah       | 1.463,642       | 13,539 | 19,389 | 28,370           | 21,923             | 45.447,505 | 310843,66      | 5.892.102,5        | 56,388 | 7.269,5 | 1.191.953           |

Sumber : Data Olahan, 2024

Keterangan :

I = Didapat dari tabel 4.15 Hasil Analisis Frekuensi

Log t = Log (5) = 0,699

Log I = Log (360,271) = 2,557

Log t x Log I = 0,699 x 2,557 = 1,787

Log t<sup>2</sup> = 0,699<sup>2</sup> = 0,489

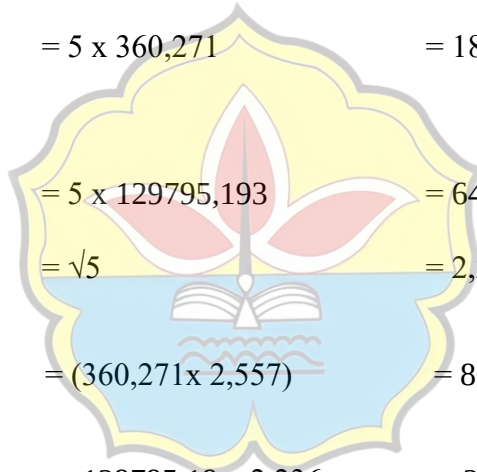
t x I = 5 x 360,271 = 1801,355

t x I<sup>2</sup> = 5 x 129795,193 = 648975,967

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

I x  $\sqrt{t}$  = (360,271 x 2,557) = 805,590

I<sup>2</sup> x  $\sqrt{t}$  = 129795,19 x 2,236 = 290230,9



Tabel 4.21 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 10 Tahun

| t<br>(menit) | I<br>(mm/menit) | Log t  | Log I  | Log t x<br>Log I | Log t <sup>2</sup> | t x I      | I <sup>2</sup> | t x I <sup>2</sup> | √t     | I x √t   | I <sup>2</sup> x √t |
|--------------|-----------------|--------|--------|------------------|--------------------|------------|----------------|--------------------|--------|----------|---------------------|
| 5            | 470,79          | 0,699  | 2,673  | 1,868            | 0,489              | 2353,950   | 221643,224     | 1108216,121        | 2,236  | 1052,718 | 495609,3            |
| 10           | 352,356         | 1,000  | 2,547  | 2,547            | 1,000              | 3523,560   | 124154,751     | 1241547,507        | 3,162  | 1114,248 | 392611,8            |
| 20           | 245,724         | 1,301  | 2,390  | 3,110            | 1,693              | 4914,480   | 60380,284      | 1207605,684        | 4,472  | 1098,911 | 270028,8            |
| 30           | 194,903         | 1,477  | 2,290  | 3,382            | 2,182              | 5847,090   | 37987,179      | 1139615,382        | 5,477  | 1067,528 | 208064,4            |
| 40           | 164,214         | 1,602  | 2,215  | 3,549            | 2,567              | 6568,560   | 26966,238      | 1078649,512        | 6,325  | 1038,581 | 170549,5            |
| 50           | 143,3           | 1,699  | 2,156  | 3,663            | 2,886              | 7165,000   | 20534,890      | 1026744,500        | 7,071  | 1013,284 | 145203,6            |
| 60           | 127,961         | 1,778  | 2,107  | 3,747            | 3,162              | 7677,660   | 16374,018      | 982441,051         | 7,746  | 991,182  | 126832,6            |
| 80           | 106,695         | 1,903  | 2,028  | 3,860            | 3,622              | 8535,600   | 11383,823      | 910705,842         | 8,944  | 954,309  | 101820,0            |
| 120          | 106,695         | 2,079  | 2,028  | 4,217            | 4,323              | 12803,400  | 11383,823      | 1366058,763        | 10,954 | 1168,785 | 124703,5            |
| Jumlah       | 1.912,638       | 13,539 | 20,435 | 29,944           | 21,923             | 59.389,300 | 530.808,230    | 10.061.584         | 56,388 | 9.500    | 2.035.423           |

Sumber : Data Olahan, 2024



Keterangan :

I = Didapat dari tabel 4.15 Hasil Analisis Frekuensi

Log t = Log (5) = 0,699

Log I = Log (470,79) = 2,673

Log t x Log I = 0,699 x 2,673 = 1,868

Log t<sup>2</sup> = 0,699<sup>2</sup> = 0,489

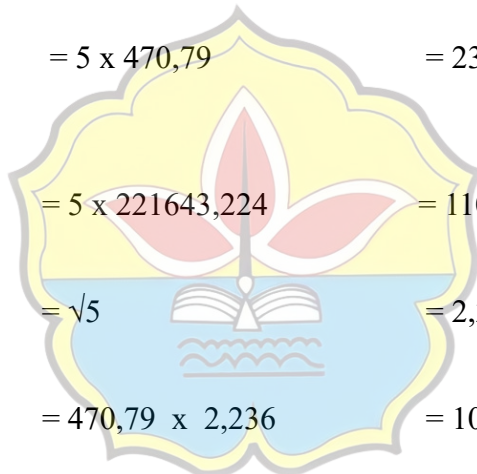
t x I = 5 x 470,79 = 2353,950

t x I<sup>2</sup> = 5 x 221643,224 = 1108216,121

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

I x  $\sqrt{t}$  = 470,79 x 2,236 = 1052,718

I<sup>2</sup> x  $\sqrt{t}$  = 221643,234 x 2,236 = 495609,3



Tabel 4.22 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 25 Tahun

| t<br>(menit) | I<br>(mm/menit) | Log t  | Log I  | Log t x Log I | Log t <sup>2</sup> | t x I      | I <sup>2</sup> | t x I <sup>2</sup> | √t     | I x √t   | I <sup>2</sup> x √t |
|--------------|-----------------|--------|--------|---------------|--------------------|------------|----------------|--------------------|--------|----------|---------------------|
| 5            | 610,564         | 0,699  | 2,786  | 1,947         | 0,489              | 3052,820   | 372788,398     | 1863941,990        | 2,236  | 1365,263 | 833580,2            |
| 10           | 456,968         | 1,000  | 2,660  | 2,660         | 1,000              | 4569,680   | 208819,753     | 2088197,530        | 3,162  | 1445,060 | 660346,0            |
| 20           | 318,677         | 1,301  | 2,503  | 3,257         | 1,693              | 6373,540   | 101555,030     | 2031100,607        | 4,472  | 1425,167 | 454167,9            |
| 30           | 252,769         | 1,477  | 2,403  | 3,549         | 2,182              | 7583,070   | 63892,167      | 1916765,021        | 5,477  | 1384,473 | 349951,8            |
| 40           | 212,968         | 1,602  | 2,328  | 3,730         | 2,567              | 8518,720   | 45355,369      | 1814214,761        | 6,325  | 1346,928 | 286852,5            |
| 50           | 185,845         | 1,699  | 2,269  | 3,855         | 2,886              | 9292,250   | 34538,364      | 1726918,201        | 7,071  | 1314,123 | 244223,1            |
| 60           | 165,951         | 1,778  | 2,220  | 3,947         | 3,162              | 9957,060   | 27539,734      | 1652384,064        | 7,746  | 1285,451 | 213321,9            |
| 80           | 138,372         | 1,903  | 2,141  | 4,075         | 3,622              | 11069,760  | 19146,810      | 1531744,831        | 8,944  | 1237,637 | 171254,3            |
| 120          | 106,502         | 2,079  | 2,027  | 4,215         | 4,323              | 12780,240  | 11342,676      | 1361121,120        | 10,954 | 1166,671 | 124252,8            |
| Jumlah       | 2.448,616       | 13,539 | 21,338 | 31,236        | 21,923             | 73.197,140 | 884.978,303    | 15.986.388         | 56,388 | 11.971   | 3.337.951           |

Sumber : Data Olahan, 2024

Keterangan :

I = Didapat dari tabel 4.15 Hasil Analisis Frekuensi

Log t = Log (5) = 0,699

Log I = Log (610,564) = 2,786

Log t x Log I = 0,699 x 2,786 = 1,947

Log t<sup>2</sup> = 0,699<sup>2</sup> = 0,489

t x I = 5 x 610,564 = 3052,820

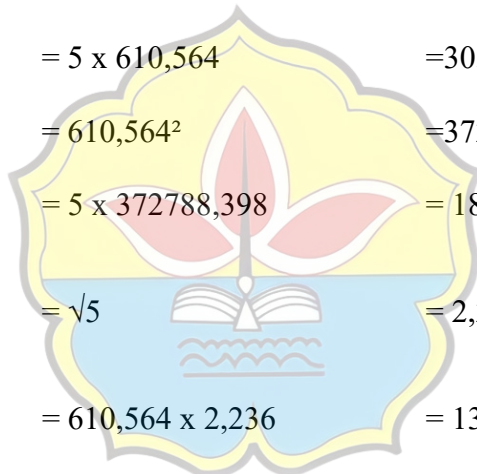
I<sup>2</sup> = 610,564<sup>2</sup> = 372788,398

t x I<sup>2</sup> = 5 x 372788,398 = 1863941,990

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

I x  $\sqrt{t}$  = 610,564 x 2,236 = 1365,263

I<sup>2</sup> x  $\sqrt{t}$  = 372788,398 x 2,236 = 833580,2



Tabel 4.23 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 50 Tahun

| t<br>(menit) | I<br>(mm/menit) | Log t  | Log I  | Log t x<br>Log I | Log t <sup>2</sup> | t x I      | I <sup>2</sup> | t x I <sup>2</sup> | √t     | I x √t   | I <sup>2</sup> x √t |
|--------------|-----------------|--------|--------|------------------|--------------------|------------|----------------|--------------------|--------|----------|---------------------|
| 5            | 774,681         | 0,699  | 2,889  | 2,019            | 0,489              | 3873,405   | 600130,652     | 3000653,259        | 2,236  | 1732,239 | 1341932,9           |
| 10           | 579,799         | 1,000  | 2,763  | 2,763            | 1,000              | 5797,990   | 336166,880     | 3361668,804        | 3,162  | 1833,485 | 1063053,0           |
| 20           | 404,336         | 1,301  | 2,607  | 3,391            | 1,693              | 8086,720   | 163487,601     | 3269752,018        | 4,472  | 1808,246 | 731138,8            |
| 30           | 320,712         | 1,477  | 2,506  | 3,702            | 2,182              | 9621,360   | 102856,187     | 3085685,608        | 5,477  | 1756,612 | 563366,5            |
| 40           | 270,212         | 1,602  | 2,432  | 3,896            | 2,567              | 10808,480  | 73014,525      | 2920580,998        | 6,325  | 1708,971 | 461784,4            |
| 50           | 235,799         | 1,699  | 2,373  | 4,031            | 2,886              | 11789,950  | 55601,168      | 2780058,420        | 7,071  | 1667,351 | 393159,6            |
| 60           | 210,558         | 1,778  | 2,323  | 4,131            | 3,162              | 12633,480  | 44334,671      | 2660080,282        | 7,746  | 1630,975 | 343414,9            |
| 80           | 175,565         | 1,903  | 2,244  | 4,271            | 3,622              | 14045,200  | 30823,069      | 2465845,538        | 8,944  | 1570,301 | 275689,9            |
| 120          | 135,129         | 2,079  | 2,131  | 4,430            | 4,323              | 16215,480  | 18259,847      | 2191181,597        | 10,954 | 1480,264 | 200026,6            |
| Jumlah       | 3.106,791       | 13,539 | 22,268 | 32,635           | 21,923             | 92.872,065 | 1.424.675      | 25.735.507         | 56,388 | 15.188   | 5.373.567           |

Sumber : Data Olahan, 2024

Keterangan :

I = Didapat dari tabel 4.15 Hasil Analisis Frekuensi

Log t = Log (5) = 0,699

Log I = Log (774,681) = 2,889

Log t x Log I = 0,699 x 2,889 = 2,019

Log t<sup>2</sup> = 0,699<sup>2</sup> = 0,489

t x I = 5 x 774,681 = 3873,405

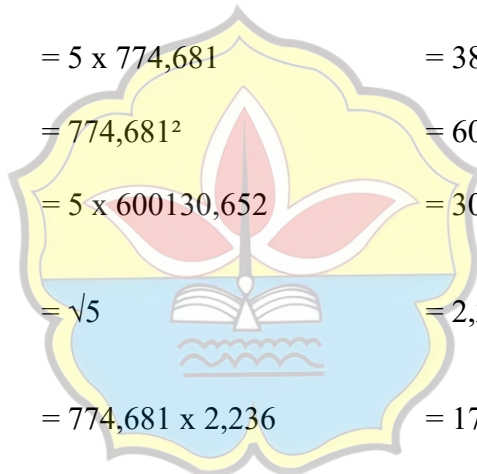
I<sup>2</sup> = 774,681<sup>2</sup> = 600130,652

t x I<sup>2</sup> = 5 x 600130,652 = 3000653,259

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

I x  $\sqrt{t}$  = 774,681 x 2,236 = 1732,239

I<sup>2</sup> x  $\sqrt{t}$  = 600130,652 x 2,236 = 1341932,9



Tabel 4.24 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Periode Ulang 100 Tahun

| t<br>(menit) | I<br>(mm/menit) | Log t  | Log I  | Log t x Log I | Log t <sup>2</sup> | t x I     | I <sup>2</sup> | t x I <sup>2</sup> | √t     | I x √t   | I <sup>2</sup> x √t |
|--------------|-----------------|--------|--------|---------------|--------------------|-----------|----------------|--------------------|--------|----------|---------------------|
| 5            | 926,887         | 0,699  | 2,967  | 2,074         | 0,489              | 4634,435  | 859119,511     | 4295597,554        | 2,236  | 2072,582 | 1921049,6           |
| 10           | 693,716         | 1,000  | 2,841  | 2,841         | 1,000              | 6937,160  | 481241,889     | 4812418,887        | 3,162  | 2193,723 | 1521820,5           |
| 20           | 483,778         | 1,301  | 2,685  | 3,493         | 1,693              | 9675,560  | 234041,153     | 4680823,066        | 4,472  | 2163,521 | 1046663,9           |
| 30           | 383,724         | 1,477  | 2,584  | 3,817         | 2,182              | 11511,720 | 147244,108     | 4417323,245        | 5,477  | 2101,743 | 806489,2            |
| 40           | 323,303         | 1,602  | 2,510  | 4,021         | 2,567              | 12932,120 | 104524,830     | 4180993,192        | 6,325  | 2044,748 | 661073,1            |
| 50           | 282,128         | 1,699  | 2,450  | 4,163         | 2,886              | 14106,400 | 79596,208      | 3979810,419        | 7,071  | 1994,946 | 562830,2            |
| 60           | 251,928         | 1,778  | 2,401  | 4,270         | 3,162              | 15115,680 | 63467,717      | 3808063,031        | 7,746  | 1951,426 | 491618,8            |
| 80           | 210,06          | 1,903  | 2,322  | 4,420         | 3,622              | 16804,800 | 44125,204      | 3530016,288        | 8,944  | 1878,834 | 394667,8            |
| 120          | 161,679         | 2,079  | 2,209  | 4,592         | 4,323              | 19401,480 | 26140,099      | 3136811,885        | 10,954 | 1771,105 | 286350,4            |
| Jumlah       | 3.717,203       | 13,539 | 22,969 | 33,690        | 21,923             | 111.119,4 | 2.039.501      | 36.841.858         | 56,388 | 18.173   | 7.692.563           |

Sumber : Data Olahan, 2024



Keterangan :

I = Didapat dari tabel 4.15 Hasil Analisis Frekuensi

Log t = Log (5) = 0,699

Log I = Log (926,887) = 2,943

Log t x Log I = 0,699 x 2,967 = 2,074

Log t<sup>2</sup> = 0,699<sup>2</sup> = 0,489

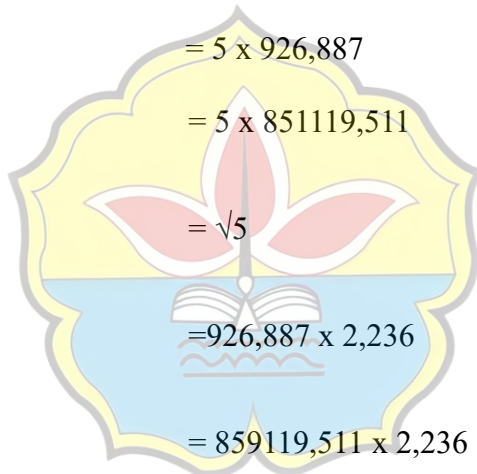
t x I = 5 x 926,887 = 4634,435

t x I<sup>2</sup> = 5 x 851119,511 = 4295597,554

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

I x  $\sqrt{t}$  = 926,887 x 2,236 = 2072,582

I<sup>2</sup> x  $\sqrt{t}$  = 859119,511 x 2,236 = 1921049,6



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

| Periode Ulang Tahun (T) | Talbot    |        | Ishiguro |        | Sherman |       |          |
|-------------------------|-----------|--------|----------|--------|---------|-------|----------|
|                         | a         | b      | a        | b      | Log a   | n     | a        |
| 2                       | 4903,563  | 17,954 | 463,035  | -0,371 | 2,780   | 0,505 | 602,197  |
| 5                       | 8397,317  | 20,585 | 785,979  | -0,134 | 2,924   | 0,505 | 839,736  |
| 10                      | 10973,345 | 20,585 | 1027,092 | -0,134 | 3,040   | 0,505 | 1097,337 |
| 20                      | 13017,906 | 17,955 | 1229,258 | -0,371 | 3,204   | 0,505 | 1598,686 |
| 50                      | 16517,014 | 17,955 | 1559,674 | -0,371 | 3,307   | 0,505 | 2028,410 |
| 100                     | 19762,264 | 17,955 | 1866,117 | -0,371 | 3,385   | 0,505 | 2426,938 |

Sumber : Data Olahan, 2024

## 1. Talbot

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\Sigma (t \times I) \times \Sigma (I^2) - \Sigma (I^2 \times t) \times \Sigma (I)}{N \times \Sigma (I^2) - \Sigma (I) \times \Sigma (I)} \\
 &= \frac{(27571,860) \times (125567,984) - (2268271,3) \times (922,345)}{9 \times (125567,984) - (922,345) \times (922,345)} = 4903,563 \\
 b &= \frac{\Sigma (I) \times \Sigma (t \times I) - N \times \Sigma (I^2 \times t)}{N \times \Sigma (I^2) - \Sigma (I) \times \Sigma (I)} \\
 &= \frac{(922,345) \times (27571,860) - 9 \times (2268271,3)}{9 \times (125567,984) - (922,345) \times (922,345)} = 17,954
 \end{aligned}$$

## 2. Ishiguro

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{\Sigma (I \sqrt{t}) \times \Sigma (I^2) - \Sigma (I^2 \times \sqrt{t}) \times \Sigma (I)}{N \times \Sigma (I^2) - \Sigma (I) \times \Sigma (I)} \\
 &= \frac{(4509,1) \times (125567,984) - (473614,9) \times (922,345)}{9 \times (125567,984) - (922,345) \times (922,345)} = 463,035 \\
 b &= \frac{\Sigma (I \sqrt{t}) \times \Sigma (I) - N \times \Sigma (I^2 \times \sqrt{t})}{N \times \Sigma (I^2) - \Sigma (I) \times \Sigma (I)} \\
 &= \frac{(4509,1) \times (922,345) - 9 \times (473614,9)}{9 \times (125567,984) - (922,345) \times (922,345)} = -0.371
 \end{aligned}$$

## 3. Sherman

$$\begin{aligned}
 \text{Log } a &= \frac{\Sigma (\text{Log } I) \times \Sigma (\log t)^2 - \Sigma (\text{Log } t \times \text{Log } I) \times \Sigma (\text{Log } t)}{N \times \Sigma (\text{Log } t)^2 - \Sigma (\text{Log } t) \times \Sigma (\text{Log } t)} \\
 &= \frac{(17,521) \times (21,923) - (25,495) \times (13,539)}{9 \times (21,923) - (13,539) \times (13,539)} = 2,780 \\
 a &= 10^{\text{Log } a} = 10^{\log 2,780} = 602,197 \\
 n &= \frac{\Sigma (\text{Log } I) \times \Sigma (\log t) - N \times \Sigma (\text{Log } t \times \text{Log } I)}{N \times \Sigma (\text{Log } t)^2 - \Sigma (\text{Log } t) \times \Sigma (\text{Log } t)} \\
 &= \frac{(17,521) \times (21,923) - (25,495) \times (13,539)}{9 \times (21,923) - (13,539) \times (13,539)} = 0,505
 \end{aligned}$$

1. Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Talbot*

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

**Tabel 4. 26 Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Talbot***

| No | Durasi (menit) | Periode Ulang (mm/menit) |         |          |          |          |           |
|----|----------------|--------------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
|    |                | 2 Tahun                  | 5 Tahun | 10 Tahun | 20 Tahun | 50 Tahun | 100 Tahun |
| 1  | 5              | 213,621                  | 328,219 | 428,905  | 567,114  | 719,553  | 860,927   |
| 2  | 10             | 175,413                  | 274,561 | 358,787  | 465,680  | 590,852  | 706,941   |
| 3  | 20             | 129,196                  | 206,909 | 270,382  | 342,986  | 435,179  | 520,681   |
| 4  | 30             | 102,255                  | 166,006 | 216,931  | 271,463  | 344,431  | 412,103   |
| 5  | 40             | 84,6106                  | 138,605 | 181,124  | 224,622  | 284,999  | 340,995   |
| 6  | 50             | 72,1595                  | 118,968 | 155,464  | 191,568  | 243,060  | 290,816   |
| 7  | 60             | 62,9029                  | 104,205 | 136,172  | 166,993  | 211,880  | 253,510   |
| 8  | 80             | 50,0596                  | 83,485  | 109,096  | 132,897  | 168,619  | 201,749   |
| 9  | 120            | 35,5448                  | 59,731  | 78,055   | 94,364   | 119,728  | 143,252   |

Sumber : Data Olahan, 2024

Dimana :

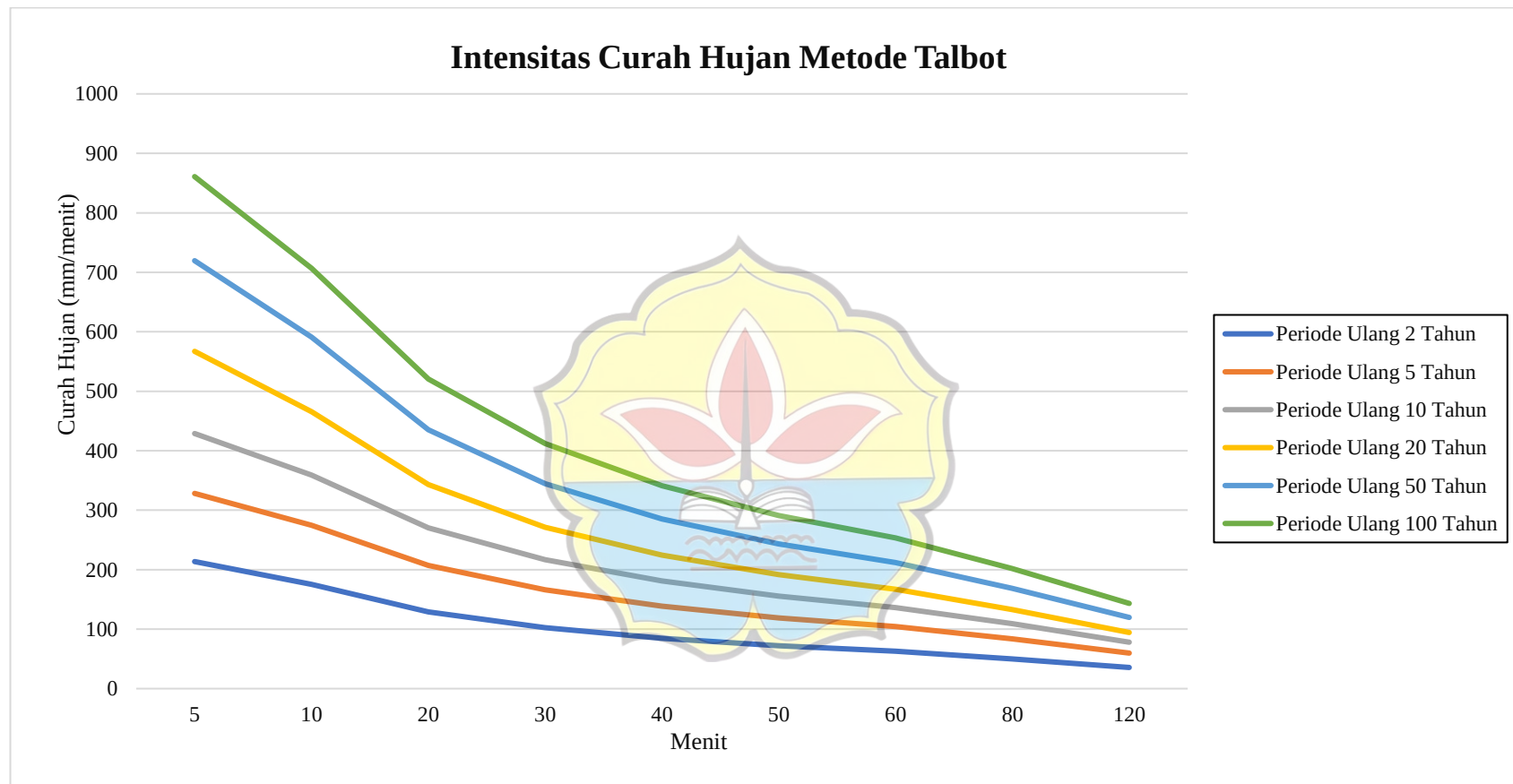
$$I = \frac{a}{t + b}$$

$$= \frac{4903,563}{5 + 17,954} = 213,625$$

Keterangan :

a dan b = dari perhitungan pada tabel 4.25

t = durasi (menit)



**Gambar 4. 7 Grafik Intensitas Durasi Metode Talbot**

Sumber : Data Olahan, 2024

2. Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Ishiguro*

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

**Tabel 4. 27 Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Ishiguro***

| No | Durasi (menit) | Periode Ulang (mm/menit) |         |          |          |          |           |
|----|----------------|--------------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
|    |                | 2 Tahun                  | 5 Tahun | 10 Tahun | 20 Tahun | 50 Tahun | 100 Tahun |
| 1  | 5              | 215,205                  | 356,297 | 465,597  | 571,322  | 724,889  | 867,314   |
| 2  | 10             | 149,216                  | 250,227 | 326,988  | 396,135  | 1669,656 | 601,366   |
| 3  | 20             | 104,511                  | 176,341 | 230,436  | 277,453  | 843,805  | 421,197   |
| 4  | 30             | 85,0654                  | 143,820 | 187,940  | 225,830  | 568,522  | 342,829   |
| 5  | 40             | 73,5539                  | 124,482 | 162,670  | 195,270  | 430,880  | 296,435   |
| 6  | 50             | 65,7271                  | 111,303 | 145,447  | 174,491  | 348,295  | 264,892   |
| 7  | 60             | 59,9631                  | 101,583 | 132,745  | 159,189  | 293,238  | 241,662   |
| 8  | 80             | 51,8893                  | 87,949  | 114,928  | 137,755  | 224,417  | 209,123   |
| 9  | 120            | 42,3346                  | 71,790  | 93,813   | 112,389  | 155,596  | 170,616   |

Sumber : Data Olahan, 2024

Dimana :

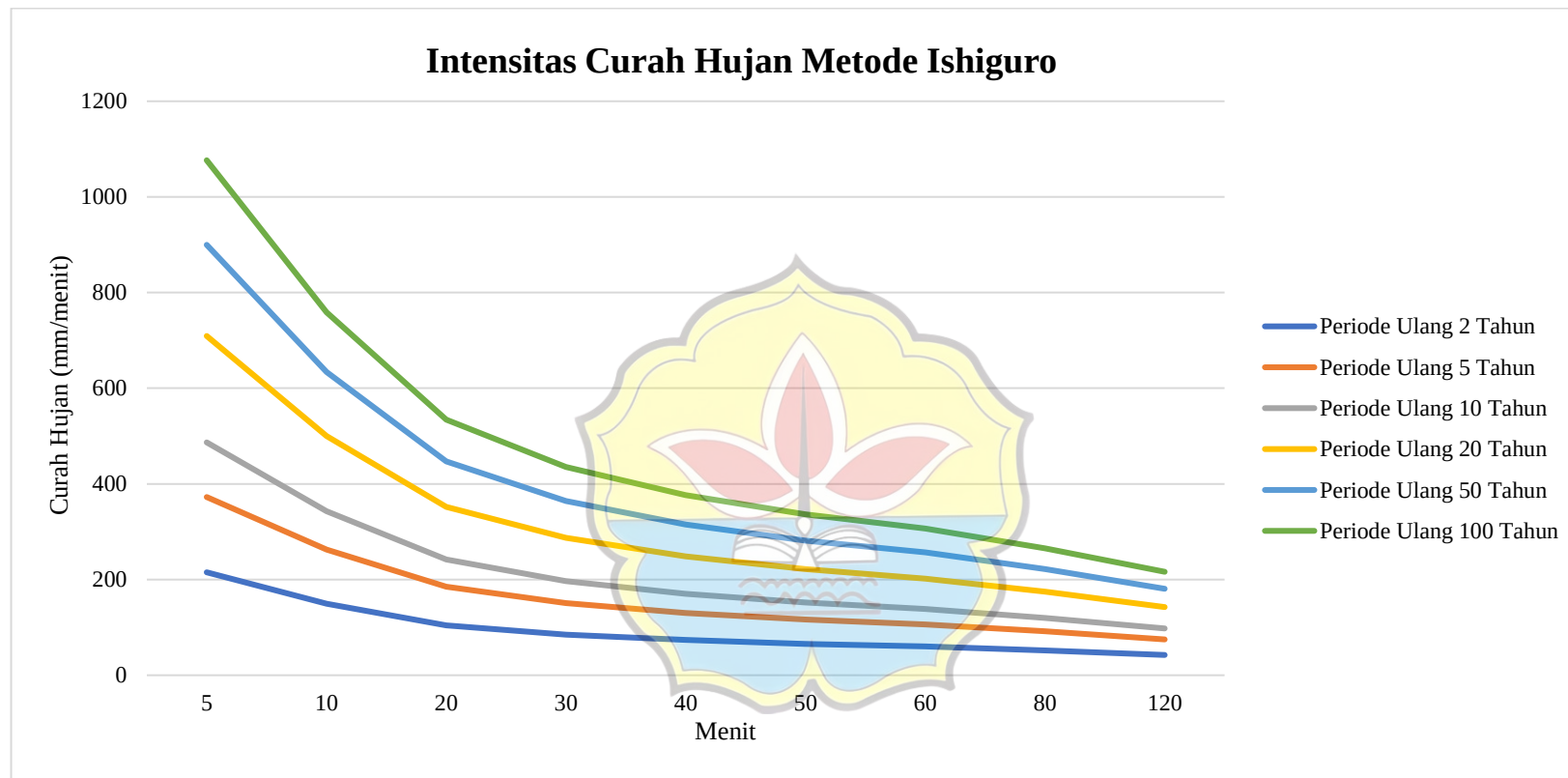
Keterangan :

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

dan b = dari perhitungan pada tabel 4.25

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

t = durasi (menit)



**Gambar 4.8 Grafik Intensitas Durasi Metode Ishiguro**

Sumber : Data Olahan, 2024



3. Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Sherman*

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

**Tabel 4. 28 Perhitungan Intensitas Durasi Metode *Sherman***

| No | Durasi (menit) | Periode Ulang (mm/menit) |         |          |          |          |           |
|----|----------------|--------------------------|---------|----------|----------|----------|-----------|
|    |                | 2 Tahun                  | 5 Tahun | 10 Tahun | 20 Tahun | 50 Tahun | 100 Tahun |
| 1  | 5              | 267,152                  | 372,532 | 486,811  | 709,224  | 899,862  | 1076,661  |
| 2  | 10             | 188,251                  | 262,508 | 343,036  | 499,762  | 634,097  | 758,680   |
| 3  | 20             | 132,653                  | 184,979 | 241,724  | 352,162  | 446,823  | 534,612   |
| 4  | 30             | 108,092                  | 150,729 | 196,967  | 286,957  | 364,091  | 435,625   |
| 5  | 40             | 93,4756                  | 130,347 | 170,333  | 248,155  | 314,858  | 376,720   |
| 6  | 50             | 83,5138                  | 116,456 | 152,181  | 221,709  | 281,304  | 336,573   |
| 7  | 60             | 76,1679                  | 106,213 | 138,795  | 202,207  | 256,560  | 306,967   |
| 8  | 80             | 65,8685                  | 91,851  | 120,027  | 174,865  | 221,868  | 265,459   |
| 9  | 120            | 53,6725                  | 74,844  | 97,803   | 142,487  | 180,788  | 216,308   |

Sumber : Data Olahan, 2024

Dimana :

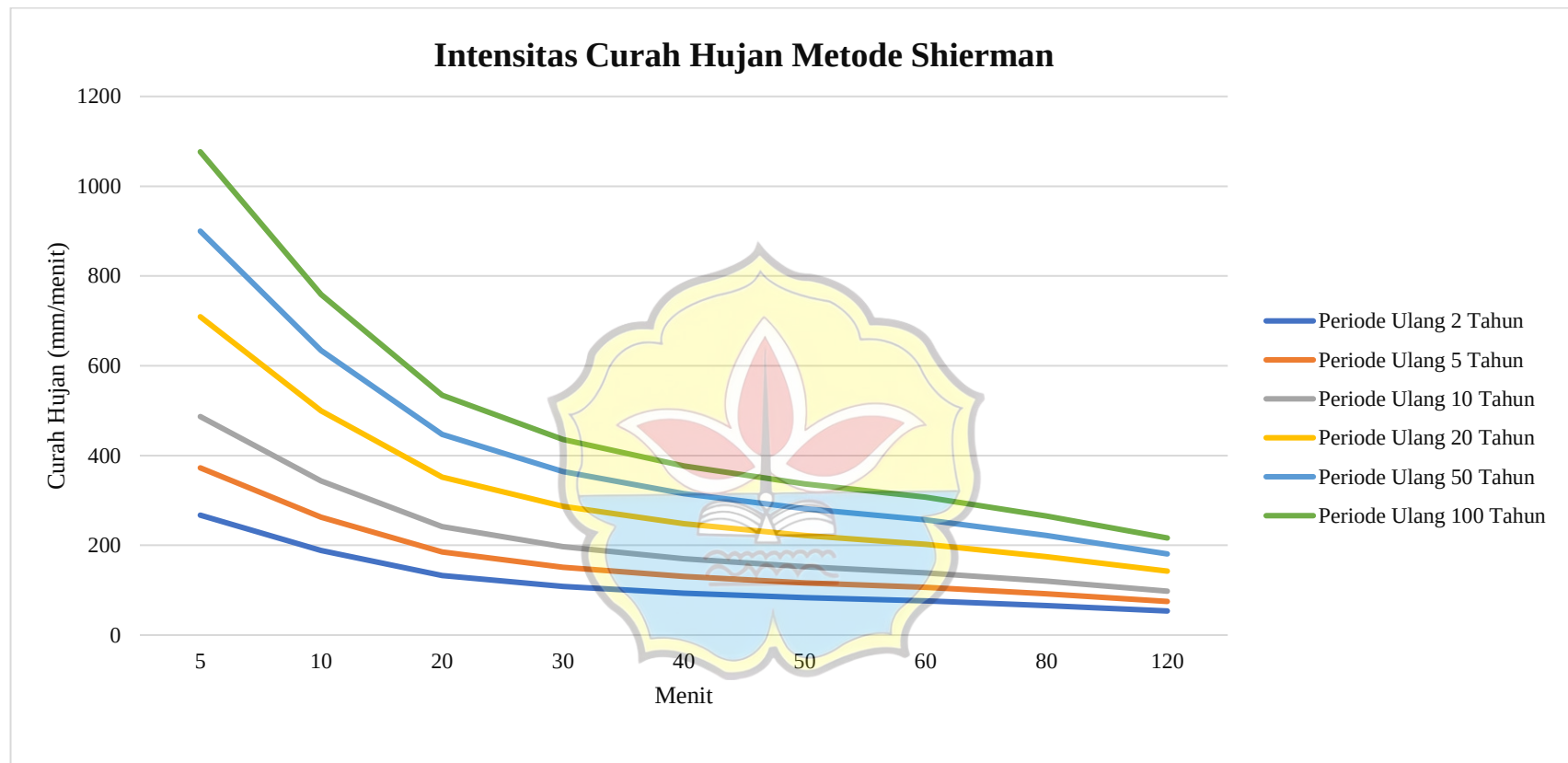
$$I = \frac{a}{t^n}$$

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

Keterangan :

a = dari perhitungan pada tabel 4.25

t = durasi (menit)



**Gambar 4.9 Grafik Intensitas Durasi Metode *Sherman***

Sumber : Data Olahan, 2024

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

| No              | 1 Terukur |              | Rumus         |               |                 |               |                |               |
|-----------------|-----------|--------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
|                 | Menit     | Pi (2 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         | 229,988      | 998,667       | 590867,405    | 215,205         | 218,539       | 267,152        | 1381,166      |
| 2               | 10        | 172,131      | 503,311       | 109680,192    | 149,216         | 525,107       | 188,251        | 259,869       |
| 3               | 20        | 120,039      | 263,133       | 20475,893     | 104,511         | 241,128       | 132,653        | 159,122       |
| 4               | 30        | 95,213       | 181,407       | 7429,406      | 85,065          | 102,974       | 108,092        | 165,859       |
| 5               | 40        | 80,221       | 140,544       | 3638,864      | 73,554          | 44,451        | 93,476         | 175,683       |
| 6               | 50        | 70,004       | 116,026       | 2118,024      | 65,727          | 18,292        | 83,514         | 182,516       |
| 7               | 60        | 62,51        | 99,6805       | 1381,646      | 59,963          | 6,487         | 76,168         | 186,538       |
| 8               | 80        | 52,122       | 79,249        | 735,874       | 51,889          | 0,054         | 65,869         | 188,967       |
| 9               | 120       | 40,117       | 58,817        | 349,690       | 42,335          | 4,918         | 53,672         | 183,752       |
| Jumlah          |           |              |               | 736676,995    |                 | 1161,950      |                | 2883,471      |
| Standar Deviasi |           |              |               | 194084,3      |                 | 174,9         |                | 398,8         |

Sumber : Data Olahan, 2024

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.14

Talbot(3) = didapat dari tabel 4.25

Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.26

Sherman(7) = didapat dari tabel 4.27

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

| No              | 1 Terukur |              | 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         | 360,271      | 1700,048      | 1795002,356   | 356,297         | 15,796        | 372,532        | 150,322       |
| 2               | 10        | 269,64       | 860,316       | 348898,425    | 250,227         | 376,873       | 262,508        | 50,862        |
| 3               | 20        | 188,04       | 440,450       | 63710,998     | 176,341         | 136,875       | 184,979        | 9,369         |
| 4               | 30        | 149,149      | 300,495       | 22905,638     | 143,820         | 28,395        | 150,729        | 2,496         |
| 5               | 40        | 125,664      | 230,517       | 10994,244     | 124,482         | 1,396         | 130,347        | 21,935        |
| 6               | 50        | 109,66       | 188,531       | 6220,612      | 111,303         | 2,700         | 116,456        | 46,190        |
| 7               | 60        | 97,922       | 160,540       | 3920,989      | 101,583         | 13,401        | 106,213        | 68,736        |
| 8               | 80        | 81,648       | 125,551       | 1927,471      | 87,949          | 39,698        | 91,851         | 104,095       |
| 9               | 120       | 62,843       | 90,562        | 768,351       | 71,790          | 80,044        | 74,844         | 144,022       |
| Jumlah          |           |              |               | 2254349,1     |                 | 695,178       |                | 598,027       |
| Standar Deviasi |           |              |               | 589899,3      |                 | 120,6         |                | 55,29         |

Sumber : Data Olahan, 2024

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.14

Talbot(3) = didapat dari tabel 4.25

Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.26

Sherman(7) = didapat dari tabel 4.27

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

| No              | 1 Terukur |               | 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         | 470,79        | 2215,254 | 3043153,428   | 465,597  | 26,971        | 486,811 | 256,667       |
| 2               | 10        | 352,356       | 1117,919 | 586086,867    | 326,988  | 643,521       | 343,036 | 86,857        |
| 3               | 20        | 245,724       | 569,252  | 104670,258    | 230,436  | 233,714       | 241,724 | 15,999        |
| 4               | 30        | 194,903       | 386,363  | 36656,832     | 187,940  | 48,487        | 196,967 | 4,261         |
| 5               | 40        | 164,214       | 294,918  | 17083,587     | 162,670  | 2,385         | 170,333 | 37,447        |
| 6               | 50        | 143,300       | 240,051  | 9360,847      | 145,447  | 4,611         | 152,181 | 78,871        |
| 7               | 60        | 127,961       | 203,474  | 5702,160      | 132,745  | 22,887        | 138,795 | 117,375       |
| 8               | 80        | 106,695       | 157,751  | 2606,754      | 114,928  | 67,790        | 120,027 | 177,747       |
| 9               | 120       | 82,121        | 112,029  | 894,495       | 93,813   | 136,692       | 97,803  | 245,935       |
| Jumlah          |           |               |          | 3806215,227   |          | 1187,057      |         | 1021,158      |
| Standar Deviasi |           |               |          | 1000456,3     |          | 205,877       |         | 94,4          |

Sumber : Data Olahan, 2024

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.14

Talbot(3) = didapat dari tabel 4.25

Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.26

Sherman(7) = didapat dari tabel 4.27

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

| No              | 1 Terukur |               | Rumus         |               |                 |               |                |               |
|-----------------|-----------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
|                 | Menit     | Pi (20 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         | 610,564       | 2621,536      | 4044007,415   | 571,322         | 1539,969      | 709,224        | 9733,739      |
| 2               | 10        | 456,968       | 1319,745      | 744384,493    | 396,135         | 3700,625      | 499,762        | 1831,313      |
| 3               | 20        | 318,677       | 668,850       | 122621,072    | 277,453         | 1699,407      | 352,162        | 1121,270      |
| 4               | 30        | 252,769       | 451,885       | 39647,111     | 225,830         | 725,707       | 286,957        | 1168,821      |
| 5               | 40        | 212,968       | 343,402       | 17013,101     | 195,270         | 313,237       | 248,155        | 1238,116      |
| 6               | 50        | 185,845       | 278,313       | 8550,285      | 174,491         | 128,908       | 221,709        | 1286,224      |
| 7               | 60        | 165,951       | 234,920       | 4756,686      | 159,189         | 45,725        | 202,207        | 1314,516      |
| 8               | 80        | 138,372       | 180,678       | 1789,836      | 137,755         | 0,381         | 174,865        | 1331,732      |
| 9               | 120       | 106,502       | 126,437       | 397,412       | 112,389         | 34,658        | 142,487        | 1294,952      |
| Jumlah          |           |               |               | 4983167,410   |                 | 8188,616      |                | 20320,683     |
| Standar Deviasi |           |               |               | 1330695       |                 | 1232,3        |                | 2810,9        |

Sumber : Data Olahan, 2024

Dimana :

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

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



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

| No              | 1 Terukur |               | Rumus         |               |                 |               |                |               |
|-----------------|-----------|---------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
|                 | Menit     | Pi (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         | 774,681       | 3321,357      | 6485560,827   | 724,889         | 2479,256      | 899,862        | 15670,243     |
| 2               | 10        | 579,799       | 1669,656      | 1187788,267   | 1669,656        | 117788,267    | 634,097        | 2948,271      |
| 3               | 20        | 404,336       | 843,805       | 193133,245    | 843,805         | 193133,245    | 446,823        | 1805,147      |
| 4               | 30        | 320,712       | 568,522       | 61409,650     | 568,522         | 61409,650     | 364,091        | 1881,702      |
| 5               | 40        | 270,212       | 430,880       | 25814,180     | 430,880         | 25814,180     | 314,858        | 1993,308      |
| 6               | 50        | 235,799       | 348,295       | 12655,315     | 348,295         | 12655,315     | 281,304        | 2070,701      |
| 7               | 60        | 210,558       | 293,238       | 6836,004      | 293,238         | 6836,004      | 256,560        | 2116,204      |
| 8               | 80        | 175,565       | 224,417       | 2386,541      | 224,417         | 2386,541      | 221,868        | 2143,995      |
| 9               | 120       | 135,129       | 155,596       | 418,912       | 155,596         | 418,912       | 180,788        | 2084,728      |
| Jumlah          |           |               |               | 7976002,9     |                 | 1492921,4     |                | 32714,3       |
| Standar Deviasi |           |               |               | 2134443,1     |                 | 388128,8      |                | 4525,2        |

Sumber : Data Olahan, 2024

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.14

Talbot(3) = didapat dari tabel 4.25

Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.26

Sherman(7) = didapat dari tabel 4.27

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

| No              | 1 Terukur |              | Rumus         |               |                 |               |                |               |
|-----------------|-----------|--------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|---------------|
|                 | Menit     | Pi (2 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         | 926,887      | 3970,407      | 9263016,246   | 867,314         | 3548,980      | 1076,661       | 22432,114     |
| 2               | 10        | 693,716      | 1994,181      | 1691209,222   | 601,366         | 8528,476      | 758,680        | 4220,325      |
| 3               | 20        | 483,778      | 1006,068      | 272786,654    | 421,197         | 3916,389      | 534,612        | 2584,070      |
| 4               | 30        | 383,724      | 676,697       | 85833,036     | 342,829         | 1672,417      | 435,625        | 2693,674      |
| 5               | 40        | 323,303      | 512,011       | 35610,794     | 296,435         | 721,870       | 376,720        | 2853,346      |
| 6               | 50        | 282,128      | 413,200       | 17179,845     | 264,892         | 297,071       | 336,573        | 2964,218      |
| 7               | 60        | 251,928      | 347,326       | 9100,720      | 241,662         | 105,389       | 306,967        | 3029,337      |
| 8               | 80        | 210,06       | 264,983       | 3016,528      | 209,123         | 0,878         | 265,459        | 3069,100      |
| 9               | 120       | 161,679      | 182,640       | 439,370       | 170,616         | 79,870        | 216,308        | 2984,303      |
| Jumlah          |           |              |               | 11378192,4    |                 | 18871,3       |                | 46830,5       |
| Standar Deviasi |           |              |               | 3048817,1     |                 | 2839,9        |                | 6477,8        |

Sumber : Data Olahan, 2024

Dimana :

Pi(2) = didapat dari tabel 4.14

Talbot(3) = didapat dari tabel 4.25

Ishiguro(5) = didapat dari tabel 4.26

Sherman(7) = didapat dari tabel 4.27

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

| No | Periode Ulang (Tahun) | Metode Talbot | Metode Ishiguro | Metode Sherman |
|----|-----------------------|---------------|-----------------|----------------|
| 1  | 2                     | 194084,25     | 174,86          | 398,84         |
| 2  | 5                     | 589899,35     | 120,57          | 55,29          |
| 3  | 10                    | 1000456,31    | 205,88          | 94,41          |
| 4  | 20                    | 1330695,04    | 1232,29         | 2810,86        |
| 5  | 50                    | 2134443,06    | 388128,81       | 4525,16        |
| 6  | 100                   | 3048817,13    | 2839,95         | 6477,82        |

Sumber : Data Olahan, 2024

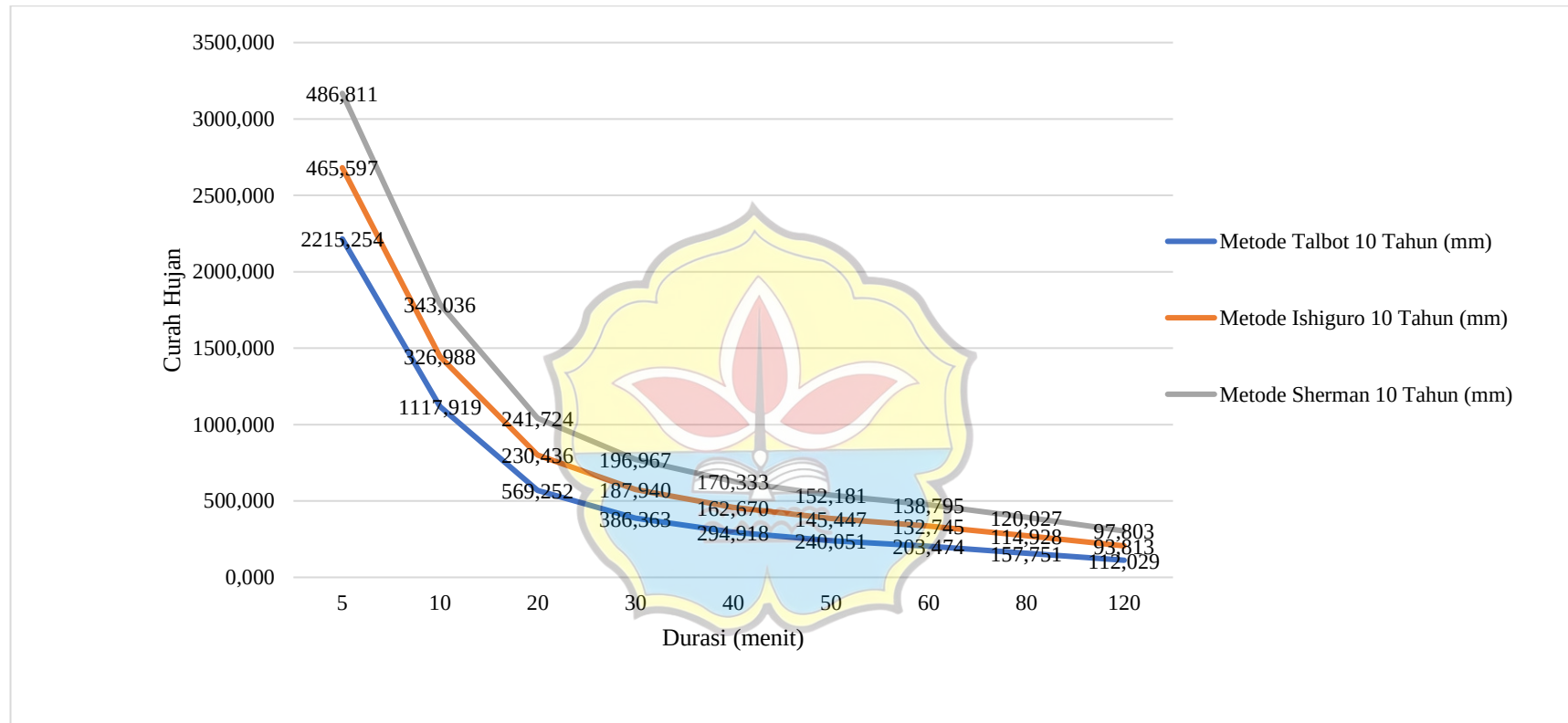
Catatan :

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

**Tabel 4. 36 Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Durasi Tiga Metode**

| No | Durasi (menit) | Metode Talbot 10 tahun (mm) | Metode Ishiguro 10 Tahun (mm) | Metode Sherman 10 Tahun (mm) |
|----|----------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 1  | 5              | 2215,254                    | 465,597                       | 486,811                      |
| 2  | 10             | 1117,919                    | 326,988                       | 343,036                      |
| 3  | 20             | 569,252                     | 230,436                       | 241,724                      |
| 4  | 30             | 386,363                     | 187,940                       | 196,967                      |
| 5  | 40             | 294,918                     | 162,670                       | 170,333                      |
| 6  | 50             | 240,051                     | 145,447                       | 152,181                      |
| 7  | 60             | 203,474                     | 132,745                       | 138,795                      |
| 8  | 80             | 157,751                     | 114,928                       | 120,027                      |
| 9  | 120            | 112,029                     | 93,813                        | 97,803                       |

Sumber : Data Olahan, 2024



**Gambar 4. 10 Grafik Intensitas Durasi Tiga Metode**

Sumber : Data Olahan, 2024

#### 4.5 Mencari Kecepatan Aliran dan Kemiringan Saluran

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

**Tabel 4. 37 Kemiringan Saluran dan Kecepatan Aliran**

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

Sumber : Wesli, 2008

Mencari kecepatan aliran (V) dan kemiringan saluran (So) untuk Saluran. ketinggian didapat yang tertinggi 7 meter dan terendah 6 meter, maka :

$$V = \text{kontur tertinggi} - \text{kontur terendah} = 7 - 6 = 1 \text{ meter}$$

Karena beda tinggi kontur tanah meter, maka kecepatan aliran (V) 0,60m/detik.

Dengan panjang sungai exsisting = 150 meter,

$$So = \frac{7 - 6}{150} = 0,0067$$

#### 4.6 Mencari Koefisien Pengaliran (C)

Berdasarkan hasil survey di lokasi, maka dapat disimpulkan bahwa Daerah Perniagaan yang ada di sekitar Sungai Batanghari, Kecamatan Pasar Jambi, Kota Jambi termasuk Daerah Perniagaan. Maka untuk besarnya nilai koefisien pengaliran (C) diambil sesuai zona, disini penulis mengambil nilai sebesar 0,925. Koefisien pengaliran tersebut didapat dari tabel 4.37.

**Tabel 4. 38 Koefisien Pengaliran ( C )**

| Daerah                       | Koefisien aliran (c) |
|------------------------------|----------------------|
| Perumahan tidak begitu rapat | 0,25 - 0,40          |
| Perumahan kerapatan sedang   | 0,40 - 0,70          |
| Perumahan rapat              | 0,70 - 0,80          |
| Taman dan daerah Rekreasi    | 0,20 - 0,30          |
| Daerah Industri              | 0,80 - 0,90          |
| Daerah Perniagaan            | 0,90 - 0,95          |

Sumber : Wesli, 2008

Perhitungan :

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

#### 4.7 Perhitungan waktu Konsentrasi

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

$$\begin{aligned}
 T_o &= \frac{0,0195}{60} \times \left( \frac{L_o}{\sqrt{S_o}} \right)^{0,77} \\
 &= \frac{0,0195}{60} \times \frac{870}{\sqrt{0,0067}}^{0,77} = 0,409 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_d &= \frac{L_t}{3600 \times V} \\
 &= \frac{150}{3600 \times 0,60} = 0,069 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_c &= \left( \frac{0,87 \times L_s^2}{100 \times S_o} \right)^{(0,385)} \\
 &= \left( \frac{0,87 \times 0,15^2}{1000 \times 0,0067} \right)^{(0,385)} = 0,105 \text{ jam}
 \end{aligned}$$



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

$$= \frac{2 (0,105)}{2 (0,105) + 0,069} = 0,752$$

$$X_t = 138,795 \text{ mm/jam (durasi 1 jam periode ulang 10 Tahun Metode Shierman)}$$

#### 4.8 Tangkapan Air Hujan (*Catchment Area*)

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

$Q_e$  didapat dari debit rencana pada persamaan manning

$$Q_e = \frac{1}{n} \times A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_e = \frac{1}{0,025} \times 2731,4 \times 9,31^{\frac{2}{3}} \times 0,0067^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_e = 120,042 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$C = 0,55$$

$$I = 138,795 \text{ mm/jam}$$

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

$$Q_e = 0,278.C.I.A \text{ m}^3$$

$$120,042 \text{ m}^3/\text{detik} = 0,55 \times 138,795 \text{ mm/jam} \times A$$

$$120,042 \text{ m}^3/\text{detik} = 76,34 \text{ mm/jam} \times A$$

$$A \times 76,24 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} = 120,042 \frac{\text{m}^3}{\text{detik}}$$

$$A = \frac{120,042}{0,210} \times \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \times \frac{\text{mm}}{\text{jam}}$$

$$A = 1,670 \times \frac{\text{m}^3}{\text{detik}} \times \frac{3600 \text{ det}}{0,001 \text{ m}}$$

$$A = 1,670 \times 1 \text{ m}^2 \times 3600000$$

$$A = 6012000 \text{ m}^2$$

$$A = 0,601 \text{ km}^2$$

Maka hasil perhitungan didapat luas Catchmen Area sebesar  $0,601 \text{ km}^2$

#### 4.9 Perhitungan Debit Banjir

Adapun rumus untuk menghitung debit rencana Metode Rasional dari hasil perhitungan diatas untuk debit banjir periode ulang 10 tahun. Dimasukkan kedalam persamaan dibawah, maka akan diperoleh debit banjir sebesar :

$$I_t = 138,795 \text{ mm/jam} = 0,138795 \text{ m/jam}$$

$$C = 0,55$$

$$A = 0,601 \text{ km}^2 = 6012000 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} Q_{10} &= 0,278 \cdot C \cdot I_{10} \cdot A \\ &= 0,278 \times 0,55 \times 0,138795 \times 6012000 \\ &= 127,585 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Keterangan :

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

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

$$C_s = \text{Koefisien tampungan}$$

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

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

#### 4.10 Analisa Tinggi Muka Air

Analisa menggunakan persamaan manning untuk menghitung Tinggi muka air suatu sungai. Data dimasukkan kedalam persamaan dibawah, maka akan diperoleh :

$$Q_{10} = 127,585 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$b = 273,14 \text{ m}$$

$$So = 0,0067$$

$$n = 0,025$$

a) Tinggi Muka Air (y)

$$y = 10 \text{ m}$$

b) Luas penampang basah (A) = (b x y)

$$= (273,14 \times 10) = 2731,4 \text{ m}^2$$

c) Keliling basah (P) = (b + 2y)

$$= (273,14 + 2(10)) = 293,14 \text{ m}$$

d) Jari-jari hidrolis (R)

$$= \frac{A}{P} = \frac{2731,4}{293,14} = 9,31 \text{ m}$$

e) Persamaan Manning

$$Q_e = \frac{1}{n} \times A R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_e = \frac{1}{0,025} \times 2731,4 \times 9,31^{\frac{2}{3}} \times 0,0067^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_e \approx 120,042 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dari Hasil analisa didapat, tinggi muka air Sungai Batanghari di kondisi debit 127,585 m<sup>3</sup>/detik bisa mencapai 10 meter yakni dalam level siaga 1 (waspada). Namun, jika debit lebih besar misal saat banjir, tinggi muka air bisa meningkat hingga 13 meter atau lebih. Berdasarkan ambang batas untuk aktivasi notifikasi *Early Warning System* dibagi menjadi beberapa level:

Siaga 1 (Waspada): Tinggi muka air mencapai 70% yakni ketinggian 10 m dari kapasitas sungai, notifikasi dikirim ke pihak terkait.

Siaga 2 (Awat): Tinggi muka air mendekati 13 meter dari kapasitas sungai, peringatan dikeluarkan kepada Masyarakat .

Siaga 3 (Bahaya): Tinggi muka air 15 meter melampaui kapasitas Sungai, peringatan darurat dan evakuasi direkomendasikan.

Berdasarkan Data Historis Tinggi muka air Sungai Batanghari pada Tanggal 28 Agustus 2023 di pos pengamatan Tanggo Rajo, Kota Jambi, menunjukkan tinggi muka air mencapai 9,43 meter, kondisi ini dalam kategori normal. Maka, Notifikasi akan dikirimkan ke pihak terkait.

Berdasarkan Data Historis Tinggi muka air Sungai Batanghari pada Tanggal 29 Januari 2020 di pos pengamatan Tanggo Rajo, Kota Jambi, menunjukkan indikator mendekati status siaga 3. Adapun tinggi muka air (TMA) mencapai 13,79 meter, melewati batas TMA Siaga 2 yakni 13 meter. Elevasi tersebut terpaut sedikit dengan batas elevasi siaga 13,87 meter. Notifikasi peringatan akan dikeluarkan kepada Masyarakat.

Berdasarkan Data Historis Tinggi muka air Sungai Batanghari pada Tanggal 31 Desember 2020 di pos pengamatan Tanggo Rajo, Kota Jambi, menunjukkan indikator tinggi muka air mencapai siaga 3 yakni 15 meter. Kondisi ini adalah peringatan darurat dan Petugas Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kota Jambi perlu melakukan evakuasi korban banjir.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari uraian pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data curah hujan selama 10 tahun (2014-2023) maka didapat Intensitas curah hujan dengan durasi 60 menit sebesar =  $138,795 \text{ mm/jam}$   
Debit banjir Sungai Batanghari dengan periode ulang 10 tahun adalah sebesar  $= 127,585 \text{ m}^3/\text{detik}$ .
2. Tinggi muka air Sungai Batanghari di kondisi debit  $127,585 \text{ m}^3/\text{detik}$  bisa mencapai 10 meter. Debit lebih besar saat banjir, tinggi muka air bisa meningkat hingga 13 meter atau lebih. Pada ketinggian muka air 13 meter, sistem akan memberikan notifikasi peringatan *Early Warning System* waspada banjir kepada Masyarakat.

#### 5.2 Saran

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

1. Untuk menghindari terjadinya banjir kepada masyarakat Kota Jambi dan Pemerintah, khususnya yang tinggal di bantaran sungai untuk merawat dan menjaga sungai tersebut, salah satunya dengan tidak membuang sampah ke sungai dan pemerintah menyediakan tempat pembuangan sampah agar air yang mengalir tidak mengalami hambatan.
2. Sensor ketinggian air perlu dikalibrasi lebih sering untuk meningkatkan akurasi data. Serta Integrasi data debit banjir dan tinggi muka air ke dalam

sistem berbasis IoT (*Internet of Things*) agar informasi dapat diperbarui secara real-time.





## DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, H. Kuswadi, D. Saputra, A.E. 2012. Klasifikasi Peta Rawan Banjir Kabupaten Belu Dengan Aplikasi Arcgis 9.3 (Jurnal). Jurnal TekTan. Jurusan Teknologi Pertanian. Politeknik Negeri Lampung. Bandar Lampung.
- Badan Standardisasi Nasional. 2016. SNI-2415-2016 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- CD Soemarto, Ir., B.I.E., Dipl.HE., "Hidrologi Teknik", Erlangga, Jakarta, 1995
- Departemen Kehutanan Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, Dit. Konservasi Tanah, 2002.
- Fhadilla, N. 2020. Peran Badan Penanggulangan Bencana Daerah (Bpbd) Dalam Penanggulangan Bencana Banjir di Kota Jambi. Skripsi. Jurusan Ilmu Pemerintahan. UIN Sultan Thaha Syarifudin Jambi: Jambi
- Hadisusanto, Aplikasi Hidrologi, (Jogja Mediautama), 2010.
- Hari, Y., Widiyanto, Y., Dewi, L. P., Rusgowanto, F. H., Yanggah, M. E., & Setyarini, Y. (2023). Kajian Early Warning System Untuk Banjir Studi Kasus di Kenjeran Surabaya. *E-Jurnal SPIRIT PRO PATRIA*, 9(1), 84-92.
- Jamaika, Dydiyanto. 2023. Evaluasi Debit Banjir Rencana Pada Kecamatan Jelutung Kota Jambi : Fakultas Teknik, Universitas Batanghari.
- Kamiana, I. made. (2011). Teknik perhitungan debit rencana bangunan air (Pertama). Graha Ilmu.
- Kodoatie, J.R. dan Syarief, R. (2005). Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu. Yogyakarta: Andi Offset
- Loebis, J, 1999. Hidrologi Danau Toba dan Sungai Asahan. Jakarta: PT. Puri Fadjar Mandiri.

Muzakky, Achmad, Akhmad Nurhadi, Ashuri Nurdiansyah, and Galih Wicaksana. 2018. "Perancangan Sistem Deteksi Banjir Berbasis IoT." Conference on Innovation and Application of Science and Technology 2018 (September): 660–67.

Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 04/PRT/M/2015 Tentang Kriteria dan Penetapan Wilayah Sungai, vol. 3, no. 429. JDIH Kementerian PUPR, 2015.

Peraturan Perundang-undangan Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.

Rahayu, et al Asparini. (2009). *Banjir dan Upaya Penanggulangannya*. Bandung, Indonesia, PROMISE Indonesia.

Rahmanizah et al. (2023). (Analisis Tingkat Kerawanan Banjir Bandang dengan Metode Analytical Hierarchy Processdi Kecamatan Panti Kabupaten Jember). *Jurnal Pembelajaran Geografi*, 6(1): 22-29.

Ramadhan, A. A. K., Kurniawan, E., & Sugiana, A. (2020). Perancangan Sistem Peringatan Dini Banjir Berbasis Mikrokontroler Dan Short Message Service (SMS). *eProceedings of Engineering*, 7(1).

Sari, P. N., & Christanto, F. W. (2023). Early Warning System Berbasis Internet Of Things (IOT) pada Daerah Rawan Bencana Banjir di Semarang. *JOURNAL OF APPLIED MULTIMEDIA AND NETWORKING*, 7(2), 62-70.

Sosrodarsono, S. Dan K, Takeda. 2003. Hidrologi untuk Pengairan. Editor: Sosrodarsono, S. Jakarta. Penerbit PT. Pradnya Paramita.

Sri Harto BR, 1993, Analisis Hidrologi, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Sumardiono, A., Alimudin, E., & Susanti, H. (2022). Rancang Bangun Monitoring Early Warning System Bencana Banjir Berdasarkan Ketinggian Aliran Sungai Menggunakan Modem SIM900 dan Internet of Things. *Infotekmesin*, 13(1), 112-117.

Suripin, 2004. Sistem Drainase Perkotaa Yang Berkelanjutan. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.

Triatmodjo, B. 1999. Teknik Pantai. Beta Offset, Yogyakarta.

Triatmodjo, B. 2008. Hidrologi Terapan. Betta Offset, Yogyakarta.

Wandi, I. A., & Ashari, A. (2023). Monitoring Ketinggian Air dan Curah Hujan Dalam Early Warning System Bencana Banjir Berbasis IoT. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumenations Systems)*, 13(1), 101-110.

Wesli. (2008). Drainase Perkotaan. Edisi Pertama. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Wiarto. G. 2017. Tanggap Darurat Bencana Alam. Yogyakarta : Gosyen Publishing.



## DAFTAR LAMPIRAN

**Lampiran 1** Surat Keputusan Tugas Akhir

**Lampiran 2** Surat Pengambilan Data

**Lampiran 3** Tabel Nilai K Distribusi Log Pearson Type III

**Lampiran 4** Tabel Nilai Uji Chi Kuadrat

**Lampiran 5** Data Curah Hujan Harian

**Lampiran 6** Lembar Asistensi Tugas Akhir



**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS DEBIT BANJIR DAN MITIGASINYA MENGGUNAKAN APLIKASI**  
**EARLY WARNING SYSTEM (EWS) DI KOTA JAMBI**



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

Jambi,

2025

**Dosen Pembimbing I**

**Ir. Wari Dony, ST, MT.**

**Dosen Pembimbing II**

**Ir. H. Wirya Murad, MM.**



# Universitas Batanghari

## FAKULTAS TEKNIK

Jalan Letkol Slamet Riyadi Broni - Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280 Website www.unbari.ac.id

**SURAT KEPUTUSAN**  
**DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI**  
**NOMOR 16 TAHUN 2025**  
**TENTANG**  
**PERPANJANGAN PERTAMA**  
**PENUNJUKKAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR**  
**MAHASISWA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM STRATA SATU (S-1)**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI**

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI**

- BACA** : Usulan Ketua Program Studi Teknik Sipil Tentang Pembimbing Tugas Akhir
- MBANG** : a. Bahwa untuk melengkapi syarat-syarat yang diperlukan guna menyelesaikan Studi Strata Satu (S-1) 3) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unbari perlu diselenggarakan Tugas Akhir Mahasiswa.  
 b. Bahwa mahasiswa yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini dianggap mampu dan memenuhi syarat dan berhak untuk melaksanakan Tugas Akhir.  
 c. Bahwa Staf Pengajar yang namanya tercantum pada lampiran keputusan ini dianggap mampu memenuhi syarat untuk ditunjuk sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari  
 d. Bahwa untuk pelaksanaan Tugas Akhir Mahasiswa perlu dibuat Keputusan Dekan.
- INGAT** : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;  
 2. Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen;  
 3. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014 tentang penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan pengelolaan Perguruan Tinggi;  
 4. Peraturan Akademik Universitas Batanghari Tahun 2018  
 5. Surat Perintah Pjt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi Nomor : 0307/E.E3/KP.07.00/2022 Tanggal 31 Maret 2022 Tentang Penunjukkan Pejabat Sementara Rektor Universitas Batanghari.  
 6. Surat Keputusan Pj. Rektor Nomor : 27 Tahun 2022 tentang Perpanjangan Masa Tugas Pejabat Pada Jabatan Wakil Rektor, Dekan, Kepala Unit Kerja Di Lingkungan Universitas Batanghari;
- MEMUTUSKAN**
- NETAPKAN** : Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Program Strata Satu (S-1) yang nama dan NPM nya tercantum pada kolom (2) untuk melaksanakan Tugas Akhir dengan Judul seperti pada kolom (3) Lampiran Keputusan dan berhak untuk mendapatkan Bimbingan Tugas Akhir.  
 : Menunjuk Staf Pengajar yang namanya tercantum pada kolom (4) menjadi Dosen Pembimbing I dan kolom (5) menjadi Dosen Pembimbing II mahasiswa dalam melaksanakan Tugas Akhir.  
 : Dosen Pembimbing bertanggung jawab kepada Dekan melalui Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unbari.  
 : Dosen Pembimbing Akademik bertanggung jawab kepada Dekan melalui Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unbari.  
 : Program Studi Agar Menyelenggarakan Seminar Proposal Tugas Akhir yang bersangkutan agar judul, tujuan, ruang lingkup, dan metode penelitian Tugas akhir mahasiswa benar dari kaidah kaidah ilmiah.  
 : Masa berlaku Surat Keputusan ini adalah 6 (enam) bulan dan setelahnya dapat diperpanjang maksimal dua (2) kali atau ganti dengan pembimbing lain.  
 : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dan apabila dikemudian hari terdapat kekeliruan akan diadakan perbaikan sebagaimana mestinya.

DITETAPKAN DI : JAMBI  
 PADA TANGGAL : 14 FEBRUARI 2025

Dekan,

Dr. Ir. H. Fakhru Ruzi Yamali, ME

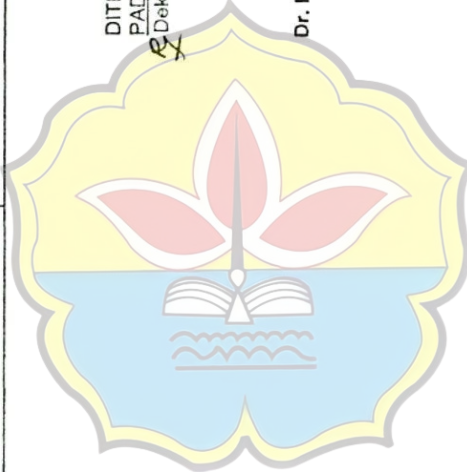
Disampaikan kepada :

- 1. Rektor Universitas Batanghari
- 2. Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Unbari
- 3. Dosen Pembimbing yang bersangkutan
- 4. Mahasiswa yang bersangkutan



LAMPIRAN : SK DEKAN NOMOR : 16 TAHUN 2025 TENTANG PENUGASAN DAN PERALIHAN PENUGASAN DOSEN II KE DOSEN PEMBIMBING II  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM STRATA SATU (S-1) FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BATANGHARI

| NO  | NAMA<br>NPM                          |                                                                                                        | DOSEN PEMBIMBING I    | DOSEN PEMBIMBING II    |
|-----|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|
| (1) | (2)                                  | (3)                                                                                                    | (4)                   | (5)                    |
| 1.  | CELLIN RAMADAN NISA<br>2000822201116 | ANALISIS DEBIT BANJIR DAN MITIGASINYA MENGGUNAKAN<br>APLIKASI EARLY WARNING SYSTEM (EWS) DI KOTA JAMBI | Ir. WARI DONY, ST, MT | Ir. H. WIRYA MURAD, MM |



DITETAPKAN DI : JAMBI  
PADA TANGGAL : 14 FEBRUARI 2025  
Dekan,

*[Signature]*

Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME





# Universitas Batanghari

## FAKULTAS TEKNIK

Jalan Letkol Slamet Riyadi Broni - Jambi 36122 Telp./Fax. (0741) 668280 Website [www.unbari.ac.id](http://www.unbari.ac.id)

2.

Nomor : 506 /UBR-04/N/2024  
 Lampiran : -  
 Perihal : Mohon Izin Pengambilan  
Data Untuk Tugas Akhir

Jambi, 27 Desember 2024

Kepada Yth,

Kepala Balai Wilayah Sungai Sumatera (BWSS) VI Jambi  
 di-

Jambi

Dengan hormat,

Sehubungan dengan telah memenuhi persyaratan akademik bagi mahasiswa kami untuk melaksanakan Tugas Akhir, maka bersama ini kami mohon kepada Bapak/Ibu agar berkenan untuk memberikan data yang terkait dengan Tugas Akhir yang berjudul "*Analisa Debit Banjir dan Mitigasinya Menggunakan Early Warning System (EWS) di Kota Jambi*".

Nama Mahasiswa yang dimaksud :

Nama : Cellin Ramadan Nisa

NIM : 2000822201116

Program Studi : Teknik Sipil

Adapun data penelitian yang dibutuhkan yaitu :

1. curah hujan 10 Tahun di Kota Jambi
2. panjang dan lebar sungai Batanghari

Demikian permohonan ini, atas perhatian serta bantuannya diucapkan terimakasih.

↓Dekan,

Dr. Ir. H. Fakhru Rozi Yamali, ME

Tembusan disampaikan kepada Yth:

1. Pjs Rektor Unbari (sebagai laporan)
2. Ketua Prodi Teknik Sipil
3. Arsip

**Nilai Kritis 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)

**Nilai K Distribusi Log Pearson Type III**

| 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)





|  | ID WMO       | : 96195                            |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                   | Nama Stasiun | : Stasiun Meteorologi Sultan Thaha |  |  |  |
|                                                                                   | Lintang      | : -1.63368                         |  |  |  |
|                                                                                   | Bujur        | : 103.64000                        |  |  |  |
|                                                                                   | Elevasi      | : 26                               |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
| Tanggal                                                                           | RR           |                                    |  |  |  |
| 01-01-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 02-01-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 03-01-2023                                                                        | 4,5          |                                    |  |  |  |
| 04-01-2023                                                                        | 3,2          |                                    |  |  |  |
| 05-01-2023                                                                        | 0,3          |                                    |  |  |  |
| 06-01-2023                                                                        | 5            |                                    |  |  |  |
| 07-01-2023                                                                        | 1,7          |                                    |  |  |  |
| 08-01-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 09-01-2023                                                                        | 44,4         |                                    |  |  |  |
| 10-01-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 11-01-2023                                                                        | 23,6         |                                    |  |  |  |
| 12-01-2023                                                                        | 2,2          |                                    |  |  |  |
| 13-01-2023                                                                        | 0,4          |                                    |  |  |  |
| 14-01-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 15-01-2023                                                                        | 22,6         |                                    |  |  |  |
| 16-01-2023                                                                        | 0,6          |                                    |  |  |  |
| 17-01-2023                                                                        | 13,2         |                                    |  |  |  |
| 18-01-2023                                                                        | 13           |                                    |  |  |  |
| 19-01-2023                                                                        | 25,5         |                                    |  |  |  |
| 20-01-2023                                                                        | 0,8          |                                    |  |  |  |
| 21-01-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 22-01-2023                                                                        | 3            |                                    |  |  |  |
| 23-01-2023                                                                        | 7,5          |                                    |  |  |  |
| 24-01-2023                                                                        | 4,7          |                                    |  |  |  |
| 25-01-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 26-01-2023                                                                        | 0,3          |                                    |  |  |  |
| 27-01-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 28-01-2023                                                                        | 1            |                                    |  |  |  |
| 29-01-2023                                                                        | 1,8          |                                    |  |  |  |
| 30-01-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 31-01-2023                                                                        | 11,7         |                                    |  |  |  |
|                                                                                   | 191          |                                    |  |  |  |

|  | ID WMO       | : 96195                            |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                   | Nama Stasiun | : Stasiun Meteorologi Sultan Thaha |  |  |  |
|                                                                                   | Lintang      | : -1.63368                         |  |  |  |
|                                                                                   | Bujur        | : 103.64000                        |  |  |  |
|                                                                                   | Elevasi      | : 26                               |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
| Tanggal                                                                           | RR           |                                    |  |  |  |
| 01-02-2023                                                                        | 3            |                                    |  |  |  |
| 02-02-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 03-02-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 04-02-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 05-02-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 06-02-2023                                                                        | 13,4         |                                    |  |  |  |
| 07-02-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 08-02-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 09-02-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 10-02-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 11-02-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 12-02-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 13-02-2023                                                                        | 5,4          |                                    |  |  |  |
| 14-02-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 15-02-2023                                                                        | 11,3         |                                    |  |  |  |
| 16-02-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 17-02-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 18-02-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 19-02-2023                                                                        | 4,5          |                                    |  |  |  |
| 20-02-2023                                                                        | 0,4          |                                    |  |  |  |
| 21-02-2023                                                                        | 0,8          |                                    |  |  |  |
| 22-02-2023                                                                        | 38,7         |                                    |  |  |  |
| 23-02-2023                                                                        | 41,3         |                                    |  |  |  |
| 24-02-2023                                                                        | 1,4          |                                    |  |  |  |
| 25-02-2023                                                                        | 9,6          |                                    |  |  |  |
| 26-02-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 27-02-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 28-02-2023                                                                        | 28,3         |                                    |  |  |  |
|                                                                                   | 158,1        |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |



|  | ID WMO       | : 96195                            |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                   | Nama Stasiun | : Stasiun Meteorologi Sultan Thaha |  |  |  |
|                                                                                   | Lintang      | : -1.63368                         |  |  |  |
|                                                                                   | Bujur        | : 103.64000                        |  |  |  |
|                                                                                   | Elevasi      | : 26                               |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
| Tanggal                                                                           | RR           |                                    |  |  |  |
| 01-03-2023                                                                        | 11,5         |                                    |  |  |  |
| 02-03-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 03-03-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 04-03-2023                                                                        | 0,8          |                                    |  |  |  |
| 05-03-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 06-03-2023                                                                        | 15           |                                    |  |  |  |
| 07-03-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 08-03-2023                                                                        | 1,2          |                                    |  |  |  |
| 09-03-2023                                                                        | 3            |                                    |  |  |  |
| 10-03-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 11-03-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 12-03-2023                                                                        | 64,1         |                                    |  |  |  |
| 13-03-2023                                                                        | 0,6          |                                    |  |  |  |
| 14-03-2023                                                                        | 0,5          |                                    |  |  |  |
| 15-03-2023                                                                        | 7            |                                    |  |  |  |
| 16-03-2023                                                                        | 3,6          |                                    |  |  |  |
| 17-03-2023                                                                        | 1,2          |                                    |  |  |  |
| 18-03-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 19-03-2023                                                                        | 2,7          |                                    |  |  |  |
| 20-03-2023                                                                        | 43,6         |                                    |  |  |  |
| 21-03-2023                                                                        | 35,3         |                                    |  |  |  |
| 22-03-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 23-03-2023                                                                        | 8,3          |                                    |  |  |  |
| 24-03-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 25-03-2023                                                                        | 1,5          |                                    |  |  |  |
| 26-03-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 27-03-2023                                                                        | 31,3         |                                    |  |  |  |
| 28-03-2023                                                                        | 0,1          |                                    |  |  |  |
| 29-03-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 30-03-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 31-03-2023                                                                        | 50,5         |                                    |  |  |  |
|                                                                                   | 281,5        |                                    |  |  |  |

|  | ID WMO       | : 96195                            |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                   | Nama Stasiun | : Stasiun Meteorologi Sultan Thaha |  |  |  |
|                                                                                   | Lintang      | : -1.63368                         |  |  |  |
|                                                                                   | Bujur        | : 103.64000                        |  |  |  |
|                                                                                   | Elevasi      | : 26                               |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
| Tanggal                                                                           | RR           |                                    |  |  |  |
| 01-04-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 02-04-2023                                                                        | 7,1          |                                    |  |  |  |
| 03-04-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 04-04-2023                                                                        | 0,2          |                                    |  |  |  |
| 05-04-2023                                                                        | 3,7          |                                    |  |  |  |
| 06-04-2023                                                                        | 5,4          |                                    |  |  |  |
| 07-04-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 08-04-2023                                                                        | 32           |                                    |  |  |  |
| 09-04-2023                                                                        | 0,4          |                                    |  |  |  |
| 10-04-2023                                                                        | 0,6          |                                    |  |  |  |
| 11-04-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 12-04-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 13-04-2023                                                                        | 12,3         |                                    |  |  |  |
| 14-04-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 15-04-2023                                                                        | 13,8         |                                    |  |  |  |
| 16-04-2023                                                                        | 9,6          |                                    |  |  |  |
| 17-04-2023                                                                        | 16,3         |                                    |  |  |  |
| 18-04-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 19-04-2023                                                                        | 0,3          |                                    |  |  |  |
| 20-04-2023                                                                        | 15,8         |                                    |  |  |  |
| 21-04-2023                                                                        | 8,7          |                                    |  |  |  |
| 22-04-2023                                                                        | 2,4          |                                    |  |  |  |
| 23-04-2023                                                                        | 9,5          |                                    |  |  |  |
| 24-04-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 25-04-2023                                                                        | 3,2          |                                    |  |  |  |
| 26-04-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 27-04-2023                                                                        | 7,6          |                                    |  |  |  |
| 28-04-2023                                                                        | 16,2         |                                    |  |  |  |
| 29-04-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 30-04-2023                                                                        | 6            |                                    |  |  |  |
|                                                                                   | 171,1        |                                    |  |  |  |

|  | ID WMO       | : 96195                            |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                   | Nama Stasiun | : Stasiun Meteorologi Sultan Thaha |  |  |  |
|                                                                                   | Lintang      | : -1.63368                         |  |  |  |
|                                                                                   | Bujur        | : 103.64000                        |  |  |  |
|                                                                                   | Elevasi      | : 26                               |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
| Tanggal                                                                           | RR           |                                    |  |  |  |
| 01-05-2023                                                                        | 42,4         |                                    |  |  |  |
| 02-05-2023                                                                        | 0,3          |                                    |  |  |  |
| 03-05-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 04-05-2023                                                                        | 8,2          |                                    |  |  |  |
| 05-05-2023                                                                        | 21,6         |                                    |  |  |  |
| 06-05-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 07-05-2023                                                                        | 5,1          |                                    |  |  |  |
| 08-05-2023                                                                        | 3            |                                    |  |  |  |
| 09-05-2023                                                                        | 14,5         |                                    |  |  |  |
| 10-05-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 11-05-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 12-05-2023                                                                        | 10,3         |                                    |  |  |  |
| 13-05-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 14-05-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 15-05-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 16-05-2023                                                                        | 1,6          |                                    |  |  |  |
| 17-05-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 18-05-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 19-05-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 20-05-2023                                                                        | 1,2          |                                    |  |  |  |
| 21-05-2023                                                                        | 19           |                                    |  |  |  |
| 22-05-2023                                                                        | 46,8         |                                    |  |  |  |
| 23-05-2023                                                                        | 68,7         |                                    |  |  |  |
| 24-05-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 25-05-2023                                                                        | 2,5          |                                    |  |  |  |
| 26-05-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 27-05-2023                                                                        | 1,5          |                                    |  |  |  |
| 28-05-2023                                                                        | 2,2          |                                    |  |  |  |
| 29-05-2023                                                                        | 6,3          |                                    |  |  |  |
| 30-05-2023                                                                        | 54,5         |                                    |  |  |  |
| 31-05-2023                                                                        | 10,7         |                                    |  |  |  |
|                                                                                   | 334,8        |                                    |  |  |  |



|  | ID WMO       | : 96195                            |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                   | Nama Stasiun | : Stasiun Meteorologi Sultan Thaha |  |  |  |
|                                                                                   | Lintang      | : -1.63368                         |  |  |  |
|                                                                                   | Bujur        | : 103.64000                        |  |  |  |
|                                                                                   | Elevasi      | : 26                               |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
| Tanggal                                                                           | RR           |                                    |  |  |  |
| 01-07-2023                                                                        | 31,6         |                                    |  |  |  |
| 02-07-2023                                                                        | 28,6         |                                    |  |  |  |
| 03-07-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 04-07-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 05-07-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 06-07-2023                                                                        | 3,6          |                                    |  |  |  |
| 07-07-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 08-07-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 09-07-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 10-07-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 11-07-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 12-07-2023                                                                        | 0,8          |                                    |  |  |  |
| 13-07-2023                                                                        | 0,8          |                                    |  |  |  |
| 14-07-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 15-07-2023                                                                        | 4,3          |                                    |  |  |  |
| 16-07-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 17-07-2023                                                                        | 0,4          |                                    |  |  |  |
| 18-07-2023                                                                        | 31,3         |                                    |  |  |  |
| 19-07-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 20-07-2023                                                                        | 2,8          |                                    |  |  |  |
| 21-07-2023                                                                        | 8,5          |                                    |  |  |  |
| 22-07-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 23-07-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 24-07-2023                                                                        | 36,9         |                                    |  |  |  |
| 25-07-2023                                                                        | 0,4          |                                    |  |  |  |
| 26-07-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 27-07-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 28-07-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 29-07-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 30-07-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 31-07-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
|                                                                                   | 150          |                                    |  |  |  |

|  | ID WMO       | : 96195                            |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                   | Nama Stasiun | : Stasiun Meteorologi Sultan Thaha |  |  |  |
|                                                                                   | Lintang      | : -1.63368                         |  |  |  |
|                                                                                   | Bujur        | : 103.64000                        |  |  |  |
|                                                                                   | Elevasi      | : 26                               |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
| Tanggal                                                                           | RR           |                                    |  |  |  |
| 01-08-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 02-08-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 03-08-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 04-08-2023                                                                        | 11,3         |                                    |  |  |  |
| 05-08-2023                                                                        | 0,5          |                                    |  |  |  |
| 06-08-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 07-08-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 08-08-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 09-08-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 10-08-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 11-08-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 12-08-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 13-08-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 14-08-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 15-08-2023                                                                        | 27,5         |                                    |  |  |  |
| 16-08-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 17-08-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 18-08-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 19-08-2023                                                                        | 0,3          |                                    |  |  |  |
| 20-08-2023                                                                        | 4,6          |                                    |  |  |  |
| 21-08-2023                                                                        | 9,2          |                                    |  |  |  |
| 22-08-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 23-08-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 24-08-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 25-08-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 26-08-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 27-08-2023                                                                        | 2            |                                    |  |  |  |
| 28-08-2023                                                                        | 7,4          |                                    |  |  |  |
| 29-08-2023                                                                        | 0,6          |                                    |  |  |  |
| 30-08-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 31-08-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
|                                                                                   | 63,4         |                                    |  |  |  |

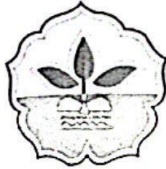


|  | ID WMO       | : 96195                            |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                   | Nama Stasiun | : Stasiun Meteorologi Sultan Thaha |  |  |  |
|                                                                                   | Lintang      | : -1.63368                         |  |  |  |
|                                                                                   | Bujur        | : 103.64000                        |  |  |  |
|                                                                                   | Elevasi      | : 26                               |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
| Tanggal                                                                           | RR           |                                    |  |  |  |
| 01-09-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 02-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 03-09-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 04-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 05-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 06-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 07-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 08-09-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 09-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 10-09-2023                                                                        | 6,9          |                                    |  |  |  |
| 11-09-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 12-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 13-09-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 14-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 15-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 16-09-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 17-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 18-09-2023                                                                        | 6,9          |                                    |  |  |  |
| 19-09-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 20-09-2023                                                                        | 6,6          |                                    |  |  |  |
| 21-09-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 22-09-2023                                                                        | 57           |                                    |  |  |  |
| 23-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 24-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 25-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 26-09-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 27-09-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 28-09-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 29-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 30-09-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
|                                                                                   | 77,4         |                                    |  |  |  |

|  | ID WMO       | : 96195                            |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                   | Nama Stasiun | : Stasiun Meteorologi Sultan Thaha |  |  |  |
|                                                                                   | Lintang      | : -1.63368                         |  |  |  |
|                                                                                   | Bujur        | : 103.64000                        |  |  |  |
|                                                                                   | Elevasi      | : 26                               |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
| Tanggal                                                                           | RR           |                                    |  |  |  |
| 01-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 02-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 03-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 04-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 05-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 06-10-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 07-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 08-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 09-10-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 10-10-2023                                                                        | 2,5          |                                    |  |  |  |
| 11-10-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 12-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 13-10-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 14-10-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 15-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 16-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 17-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 18-10-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 19-10-2023                                                                        | 1,3          |                                    |  |  |  |
| 20-10-2023                                                                        | 12,6         |                                    |  |  |  |
| 21-10-2023                                                                        | 1,7          |                                    |  |  |  |
| 22-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 23-10-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 24-10-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 25-10-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 26-10-2023                                                                        | 7,1          |                                    |  |  |  |
| 27-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 28-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 29-10-2023                                                                        | 0,4          |                                    |  |  |  |
| 30-10-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 31-10-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   | 25,6         |                                    |  |  |  |

|  | ID WMO       | : 96195                            |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                   | Nama Stasiun | : Stasiun Meteorologi Sultan Thaha |  |  |  |
|                                                                                   | Lintang      | : -1.63368                         |  |  |  |
|                                                                                   | Bujur        | : 103.64000                        |  |  |  |
|                                                                                   | Elevasi      | : 26                               |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
| Tanggal                                                                           | RR           |                                    |  |  |  |
| 01-11-2023                                                                        | 21,6         |                                    |  |  |  |
| 02-11-2023                                                                        | 0,8          |                                    |  |  |  |
| 03-11-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 04-11-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 05-11-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 06-11-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 07-11-2023                                                                        | 5,6          |                                    |  |  |  |
| 08-11-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 09-11-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 10-11-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 11-11-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 12-11-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 13-11-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 14-11-2023                                                                        | 8,9          |                                    |  |  |  |
| 15-11-2023                                                                        | 18,2         |                                    |  |  |  |
| 16-11-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 17-11-2023                                                                        | 37,7         |                                    |  |  |  |
| 18-11-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 19-11-2023                                                                        | 21,9         |                                    |  |  |  |
| 20-11-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 21-11-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 22-11-2023                                                                        | 8,5          |                                    |  |  |  |
| 23-11-2023                                                                        | 0,4          |                                    |  |  |  |
| 24-11-2023                                                                        | 0,3          |                                    |  |  |  |
| 25-11-2023                                                                        | 101          |                                    |  |  |  |
| 26-11-2023                                                                        | 0,7          |                                    |  |  |  |
| 27-11-2023                                                                        | 0,8          |                                    |  |  |  |
| 28-11-2023                                                                        | 0,3          |                                    |  |  |  |
| 29-11-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 30-11-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
|                                                                                   | 227,1        |                                    |  |  |  |

|  | ID WMO       | : 96195                            |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|--|--|--|
|                                                                                   | Nama Stasiun | : Stasiun Meteorologi Sultan Thaha |  |  |  |
|                                                                                   | Lintang      | : -1.63368                         |  |  |  |
|                                                                                   | Bujur        | : 103.64000                        |  |  |  |
|                                                                                   | Elevasi      | : 26                               |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
|                                                                                   |              |                                    |  |  |  |
| Tanggal                                                                           | RR           |                                    |  |  |  |
| 01-12-2023                                                                        | 26,9         |                                    |  |  |  |
| 02-12-2023                                                                        | 22,2         |                                    |  |  |  |
| 03-12-2023                                                                        | 11,8         |                                    |  |  |  |
| 04-12-2023                                                                        | 4,1          |                                    |  |  |  |
| 05-12-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 06-12-2023                                                                        | 6,6          |                                    |  |  |  |
| 07-12-2023                                                                        | 3            |                                    |  |  |  |
| 08-12-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 09-12-2023                                                                        | 0,7          |                                    |  |  |  |
| 10-12-2023                                                                        | 18,8         |                                    |  |  |  |
| 11-12-2023                                                                        | 5,6          |                                    |  |  |  |
| 12-12-2023                                                                        | 3,5          |                                    |  |  |  |
| 13-12-2023                                                                        | 0,9          |                                    |  |  |  |
| 14-12-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 15-12-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 16-12-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 17-12-2023                                                                        | 0,3          |                                    |  |  |  |
| 18-12-2023                                                                        | 4,6          |                                    |  |  |  |
| 19-12-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 20-12-2023                                                                        | 11,1         |                                    |  |  |  |
| 21-12-2023                                                                        | 1,4          |                                    |  |  |  |
| 22-12-2023                                                                        | 23,8         |                                    |  |  |  |
| 23-12-2023                                                                        | 15,1         |                                    |  |  |  |
| 24-12-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 25-12-2023                                                                        | 43,4         |                                    |  |  |  |
| 26-12-2023                                                                        | 0            |                                    |  |  |  |
| 27-12-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 28-12-2023                                                                        |              |                                    |  |  |  |
| 29-12-2023                                                                        | 8888         |                                    |  |  |  |
| 30-12-2023                                                                        | 2,5          |                                    |  |  |  |
| 31-12-2023                                                                        | 3,6          |                                    |  |  |  |
|                                                                                   | 209,9        |                                    |  |  |  |



**UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PRODI TEKNIK SIPIL**

Jl. SLAMET RIYADI No. 1 KELURAHAN SUNGAI PUTRI KEC. DANAU SIPIN KOTA JAMBI

**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : CELLIN RAMADAN NISA  
 NPM : 2000822201116  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Mitigasi Banjir menggunakan Aplikasi Early Warning System (EWS) Studi Kota Jambi

| No | Tanggal        | Intruksi/Catatan                                                                                                                                 | Paraf |
|----|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    | 1 / 7<br>2024  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki latar belakang</li> <li>- Jelaskan maksud dari Mitigasi</li> <li>- Perbaiki Sub bab</li> </ul> |       |
|    | 18 / 7<br>2024 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lengkapi bagian alir Penelitian</li> <li>- Tambah teori pada Bab 2.</li> <li>- Lanjutkan</li> </ul>     |       |
|    | 31 / 7<br>2024 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki sesuai arahan.</li> <li>- tambahkan Foto lokasi tinjauan.</li> <li>- lanjutkan.</li> </ul>     |       |
|    | 2 / 8<br>2024  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- tambah teori sensor ultrasonik pada bab 2</li> <li>- Perbaiki Penulisan.</li> </ul>                     |       |

Jambi, Juli 2024

Dosen Pembimbing I

Ir. WARI DONY, ST., MT.

Dosen Pembimbing II

Ir. H. WIRYAMURAD, MM



**UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PRODI TEKNIK SIPIL**  
 Jl. SLAMET RIYADI No. 1 KELURAHAN SUNGAI PUTRI KEC. DANAU SIPIN KOTA JAMBI

**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : CELLIN RAMADAN NISA  
 NPM : 2000822201116  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Mitigasi Banjir menggunakan Aplikasi Early Warning System (EWS) Studi Kota Jambi

| No | Tanggal | Intruksi/Catatan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Paraf |
|----|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    | 6/9/24  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki tujuan, masalah, manfaat, batasan.</li> <li>- Perbaiki tata tulis &amp; tabel penelitian terdahulu.</li> <li>- sumber sumber di lengkapi</li> <li>- lokasi &amp; peta</li> <li>- alat penelitian dijelaskan</li> <li>- waktu pelaksanaan</li> <li>- flow chart</li> <li>- Buat schedule penelitian</li> </ul> |       |

Jambi, 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. WARI DONY, ST., MT.

Ir. H. WIRYA MURAD, MM





**UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PRODI TEKNIK SIPIL**

Jl. SLAMET RIYADI No. 1 KELURAHAN SUNGAI PUTRI KEC. DANAU SIPIN KOTA JAMBI

**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : CELLIN RAMADAN NISA  
 NPM : 2000822201116  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Mitigasi Banjir menggunakan Aplikasi Early Warning System (EWS) Studi Kota Jambi

| No | Tanggal | Intruksi/Catatan                                                                                                                                                                                                                                                    | Paraf  |
|----|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|    | 28/7/24 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki tujuan &amp; masalah</li> <li>- Tambahkan teori terkait penyelesaian tujuan.</li> <li>- Perbaiki penulisan sumber daya. tabel pen. terdahulu</li> <li>- tambahkan teori bab II</li> <li>- lanjut DP 2.</li> </ul> | Yone.  |
|    | 7/8/24  | Setuju untuk seminar Proposal                                                                                                                                                                                                                                       | 7/8/24 |

Jambi, Juli 2024

Dosen Pembimbing I

Ir. WARI DONY, ST., MT.

Dosen Pembimbing II

Ir. H. WIRYAD MURAD, MM





**UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PRODI TEKNIK SIPIL**

Jl. SLAMET RIYADI No. 1 KELURAHAN SUNGAI PUTRI KEC. DANAU SIPIN KOTA JAMBI

**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : CELLIN RAMADAN NISA  
 NPM : 2000822201116  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Mitigasi Banjir Menggunakan Aplikasi Early Warning System (EWS) Studi Kasus Kota Jambi

| No | Tanggal | Intruksi/Catatan                                                   | Paraf                                                                                 |
|----|---------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 15/8/24 | Tambahan penempatan alat di lapangan / leksi gambar secara teknis. |  |
|    | 22/8/24 | Df I A c c persiapan untuk sempro.                                 |  |

Jambi, 2024

Dosen Pembimbing I

  
Ir. WARI DONY, ST, MT.

Dosen Pembimbing II

  
Ir. H. WIRYAMURAD, MM



**UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PRODI TEKNIK SIPIL**

Jl. SLAMET RIYADI No. 1 KELURAHAN SUNGAI PUTRI KEC. DANAU SIPIN KOTA JAMBI

**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : CELLIN RAMADAN NISA  
 NPM : 2000822201116  
 Judul Tugas Akhir : Analisa Mitigasi Banjir menggunakan Aplikasi Early Warning System (EWS) Studi Kota Jambi

| No | Tanggal  | Intruksi/Catatan                                                                                                                            | Paraf |
|----|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1. | 10/10/24 | - fokus kepada tinjauan,<br>lebih lanjut teori dan metodologi,<br>bisa di kumpulkan pada penelitian<br>terdahulu atau buku.<br>- lampirkan. |       |
| 2. | 16/10/24 | - tambahkan teori literatur<br>hukum, teori c hukum,<br>teori hukum DAS & definisinya.<br>- lampirkan bab IV                                |       |

Jambi, 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. WARI DONY, ST., MT.

Ir. H. WIRYA MURAD, MM



**UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PRODI TEKNIK SIPIL**

Jl. SLAMET RIYADI No. 1 KELURAHAN SUNGAI PUTRI KEC. DANAU SIPIN KOTA JAMBI

**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : CELLIN RAMADAN NISA  
 NPM : 2000822201116  
 Judul Tugas Akhir : Analisis Debit Banjir dan Mitigasinya Menggunakan Aplikasi Early Warning System (EWS) Studi Kasus Kota Jambi

| No | Tanggal          | Intruksi/Catatan                                          | Paraf |
|----|------------------|-----------------------------------------------------------|-------|
|    | 13 / feb<br>2025 | - Perbaiki Perhitungan Debit banjir bagian Catchment area |       |

Jambi, 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. WARI DONY, ST, MT

Ir. H. WIRYA MURAD, MM



**UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PRODI TEKNIK SIPIL**

Jl. SLAMET RIYADI No. 1 KELURAHAN SUNGAI PUTRI KEC. DANAU SIPIN KOTA JAMBI

**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : CELLIN RAMADAN NISA  
 NPM : 2000822201116  
 Judul Tugas Akhir : Analisis Debit Banjir dan Mitigasinya Menggunakan Aplikasi Early Warning System  
 (EWS) Studi Kasus Kota Jambi

| No | Tanggal | Intruksi/Catatan                                                                                                                                                              | Paraf |
|----|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    | 17/1/25 | Cari data penulisan aplikasi 2 tahun terakhir.                                                                                                                                |       |
|    | 23/1/25 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cek Perhitungan debit banjir rencana Periode 10 Tahun</li> <li>- fokus pada tujuan Penelitian</li> </ul>                             |       |
|    | 6/2/25  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- sortiran sumber pada pembahasan bab ke 2.</li> <li>- perbaiki tujuan &amp; masalah</li> <li>- Kembangkan mengikuti tujuan</li> </ul> |       |

Jambi, 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. WARI DONY, ST, MT

Ir. H. WIRYA MURAD, MM





UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI

FAKULTAS TEKNIK

PRODI TEKNIK SIPIL

Jl. SLAMET RIYADI No. 1 KELURAHAN SUNGAI PUTRI KEC. DANAU SIPIN KOTA JAMBI

**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : CELLIN RAMADAN NISA

NPM : 2000822201116

Judul Tugas Akhir : Analisa Mitigasi Banjir menggunakan Aplikasi Early Warning System (EWS) Studi Kota Jambi

| No | Tanggal  | Intruksi/Catatan                                                                                                                                                               | Paraf |
|----|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    | 13/11/24 | - Beri contoh foto jika dari tabel, menguraikan asal masalah nilai / angka pada tabel.<br>- apa hubungan debit banjir dg debit saluran, tambahkan sub bab pada hasil tersebut. |       |
|    | 29/11/24 | - Tugasan diinformasikan oleh ketua kelas.                                                                                                                                     |       |

Jambi, 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. WARI DONY, ST., MT.

Ir. H. WIRYA MURAD, MM



**UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PRODI TEKNIK SIPIL**

Jl. SLAMET RIYADI No. 1 KELURAHAN SUNGAI PUTRI KEC. DANAU SIPIN KOTA JAMBI

**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : CELLIN RAMADAN NISA  
 NPM : 2000822201116  
 Judul Tugas Akhir : Analisis Debit Banjir dan Mitigasinya Menggunakan Aplikasi Early Warning System (EWS) Studi Kasus Kota Jambi

| No | Tanggal         | Intruksi/Catatan                                                                                                                                                                                     | Paraf                                                                                 |
|----|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 27 / 11<br>2024 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- data curah hujan minimal (5-10 tahun) untuk melihat pola perubahan yang terjadi</li> <li>- Perbaiki Redaksional</li> <li>- lanjutkan Perhitungan</li> </ul> |  |
|    | 8 / 12<br>2024  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- tambahkan grafik pada sheet Analisa curah hujan bukan</li> <li>- tambahkan Notasi</li> <li>- Perbaiki tabel pada Perhitungan</li> </ul>                     |  |

Jambi, 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. WARI DONY, ST, MT.

Ir. H. WIRYA MURAD, MM





**UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PRODI TEKNIK SIPIL**

Jl. SLAMET RIYADI No. 1 KELURAHAN SUNGAI PUTRI KEC. DANAU SIPIN KOTA JAMBI

**KARTU ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : CELLIN RAMADAN NISA

NPM : 2000822201116

Judul Tugas Akhir : Analisis Debit Banjir dan Mitigasinya Menggunakan Aplikasi Early Warning System  
 (EWS) Studi Kasus Kota Jambi

| No | Tanggal      | Intruksi/Catatan                                                                                                                                                      | Paraf                                                                                 |
|----|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 12 / 10 / 24 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tambahkan teori tentang mitigasi</li> <li>- Perbaiki Perhitungan dan Pedaksonal.</li> <li>- Tambahkan data Awlir.</li> </ul> |  |
|    | 16 / 10 / 24 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perbaiki data Perhitungan</li> <li>- Tambahkan deskripsi data Pda Das</li> <li>- Fokus cara kerja mitigasi Ews</li> </ul>    |  |

Jambi, 2024

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. WARI DONY, ST, MT.

Ir. H. WIRYA MURAD, MM