

TUGAS AKHIR

**ANALISA HIDROLOGI SUNGAI SRINGIN
(STUDI KASUS : DI WILAYAH UNISSULA)**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana (S1) Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :

**Naufal Ishomi
NIM : 30201800147**

**Raezaldi Maulana S.
NIM : 30201504226**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG**

2022

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISA HIDROLOGI SUNGAI SRINGIN
(STUDI KASUS ; DI WILAYAH UNISSULA)



Naufal Ishomi
NIM : 30201800147



Reazaldhi Maulana S.
NIM : 30201504226

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 19 Agustus 2022

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Ari Sentani, ST., M.Sc.**

NIDN: 0604028502

2. **Eko Muliawan Satrio, ST., MT.**

NIDN: 0610118101

3. **Ir. Gata Dian Asfari, MT.**

NIDN: 0628055801

UNISSULA
Ketua Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Islam Sultan Agung

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.
NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 64 / A.2 / SA-T/VIII / 2022

Pada hari ini tanggal 08-03-2022 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Ari Sentani, ST., M.Sc.
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Eko Muliawan Satrio, ST., MT.
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir.

Raezaldi Maulana S. Naufal Ishomi
NIM : 30201504226 NIM : 30201800147

Judul : Judul Laporan Tugas Akhir Analisa Hidrologi Sungai Sringin (Studi Kasus Di Wilayah UNISSULA)

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	08/03/2022	
2	Seminar Proposal	27/05/2022	ACC
3	Pengumpulan data	20/06/2022	
4	Analisis data	23/06/2022	
5	Penyusunan laporan	24/06/2022	
6	Selesai laporan	06/08/2022	ACC

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Dosen Pembimbing Utama Dosen Pembimbing Pendamping

Ari Sentani, ST., M.Sc. Eko Muliawan Satrio, ST., MT.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : Raezaldhi Maulana Syahputra
NIM : 30201504226
2. NAMA : Naufal Ishomi
NIM : 30201800147

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :
Analisa Hidrologi Sungai Sringin (Studi Kasus: Di Wilayah Unissula)

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka kami bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Patner,

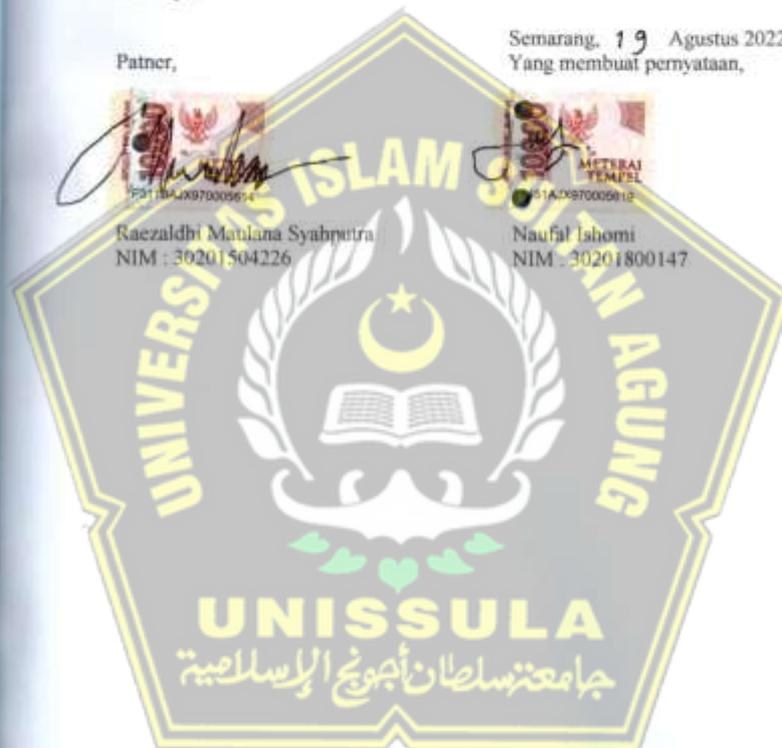
Semarang, 19 Agustus 2022
Yang membuat pernyataan,


P31104X970006914

Raezaldhi Maulana Syahputra
NIM : 30201504226


P31104X970006914

Naufal Ishomi
NIM : 30201800147



PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

1. NAMA : Raezaldhi Maulana Syahputra
NIM : 30201504226
2. NAMA : Naufal Ishomi
NIM : 30201800147

JUDUL TUGAS AKHIR : Judul Laporan Tugas Akhir Analisa Hidrologi Sungai
Sringin (Studi Kasus : Di Wilayah UNISSULA)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat

Patner,

Semarang, 19 Agustus 2022
Yang membuat pernyataan,



METERAI
TEMPEL
D9A04ALX070005620

Raezaldhi Maulana Syahputra
NIM : 30201504226



METERAI
TEMPEL
E3B0CAJX070005615

Naufal Ishomi
NIM : 30201800147

UNISSULA
جامعة سلطان أبجوج الإسلامية

MOTTO

“Sesungguhnya orang-orang kafir, bagi mereka tidak ada guna sedikit pun harta benda dan anak-anak mereka terhadap (azab) Allah. Dan mereka itu (menjadi) bahan bakar api neraka”
(Q.S. Ali Imran ayat 110)

“Dan kami perintahkan kepada manusia (berbuat baik) kepada dua orang ibu-bapaknya; ibunya telah mengandungnya dalam keadaan lemah yang bertambah-tambah, dan menyapihnya dalam dua tahun, bersyukurlah kepadaku dan kedua orang ibu-bapakmu, hanya kepada-kulah kembalimu.”
(Q.S Luqman ayat 14)

Demi Masa, sungguh manusia berada dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan kebajikan serta saling menasehati untuk kebenaran dan saling menasehati untuk kesabaran”
(Q.S. Al. Asr ayat 1 sampai 3)

“Barang siapa yang menempuh suatu jalan untuk mencari ilmu, maka Allah memudahkan untuknya jalan menuju surga”
(HR. Bukhari dan Muslim)

“Lakukan yang terbaik, sehingga aku tak akan menyalahkan diriku sendiri atas segalanya”
(Magdalena Neuner)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan yang Maha Agung dan Maha Tinggi yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Sholawat serta salam selalu curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, serta para sahabatnya dan juga para pengikutnya. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya dr. H. M Haryanto dan Nurlaela A.Md. terima kasih telah memberikan dukungan moral maupun material, kasih sayang, kesabaran, dan do'a.
2. Kakak saya Noor Mujahid Ababillyanto, S.H., M.Kn. yang telah memotivasi untuk semangat dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.
3. Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc. dan Eko Muliawan Satrio, ST., MT. yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan bimbingan kepada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik
4. Semua dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang terimakasih atas semua ilmunya yang sangat bermanfaat.
5. Semua teman Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang terimakasih atas semua bantuan, perhatian, serta semangatnya.

Raezaldhi Maulana S.

NIM: 30201504226

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT., Tuhan yang Maha Agung dan Maha Tinggi yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Sholawat serta salam selalu curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, serta para sahabatnya dan juga para pengikutnya. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Ayah tercinta, Muslich, terima kasih telah memberikan dukungan moral maupun material, kasih sayang, kesabaran, dan do'a.
2. Ibu tercinta, Tofaton, terima kasih telah memberikan dukungan moral maupun material, kasih sayang, kesabaran, dan do'a.
3. Kakak Anis Hidayatul Maghfiroh yang telah memotivasi untuk semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc. dan Eko Muliawan Satrio, ST., MT. yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk memberikan bimbingan pada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
5. Semua dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang, terimakasih atas semua ilmunya yang sangat bermanfaat.
6. Semua teman-teman Fakultas Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang terimakasih atas semua bantuan, perhatian, serta semangatnya.
7. Abdul Ahmad Ali terimakasih atas bantuan sehingga tugas akhir selesai.

Naufal Ishomi

NIM: 30201800147

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT., karena hanya dengan rahmat dan karunia-Nya laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik yang berjudul "Analisa Hidrologi Sringin (Studi Kasus: Di Wilayah UNISSULA)". Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana Teknik Sipil di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang mendukung dalam penyusunan tugas akhir ini, yaitu :

1. Bapak Ir. Rachmat Mudyono, MT., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak M. Rusli Ahyar, ST., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Ari Sentani, ST., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dalam tugas akhir yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan kepada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
4. Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II dalam tugas akhir yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan bimbingan kepada kami agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
5. Kedua orang tua kami yang telah membantu dalam memberikan do'a, semangat, serta motivasi kepada kami.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan baik dari isi maupun dalam susunannya, semoga tugas akhir ini bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembacanya, aamiin.

Semarang, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ANALISA HIDROLOGI SUNGAI SRINGIN (STUDI KASUS : DI WILAYAH UNISSULA).....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN	v
MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Masalah	3
1.6. Lokasi Penelitian.....	3
1.7. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Siklus Hidrologi.....	5
2.1.1. Presipitasi	6
2.1.2. <i>Evapotranspirasi</i>	7
2.2. Intensitas Hujan.....	7
2.3. Analisa Hidrologi.....	9
2.3.1. Data Curah Hujan.....	10
2.3.2. Debit Hujan	10
2.3.3. Analisa Curah Hujan wilayah	10

2.3.4. Analisa Frekuensi dan Probabilitas.....	14
2.3.4.1. Parameter statistik.....	14
2.3.4.2. Pemilihan Jenis Distribusi.....	15
2.4. Metode Intensitas Hujan	22
2.5. Debit Banjir Rencana.....	23
BAB III METODOLOGI.....	26
3.1. Metode Persiapan.....	26
3.2. Metode Pengumpulan Data.....	26
3.3. Metode Analisa Data.....	26
3.4. Diagram Alir Pikir Penelitian.....	28
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Analisa Hidrologi.....	29
4.2. Penentuan Daerah Aliran Sungai	30
4.2.1. Hujan Wilayah	30
4.2.2. Tahapan Pembuatan Peta Dengan Metode <i>Polygon Thiessen</i>	32
4.2.3. Data curah hujan	32
4.2.4. Data Curah Hujan Bulanan Maksimum.....	36
4.2.5. Perhitungan Curah Hujan dengan Metode <i>Polygon Thiessen</i>	36
4.2.6. Perhitungan Frekuensi dan Probabilitas.....	37
4.2.7. Perhitungan Curah Hujan Rencana metode Gumbel dan <i>Log Person III</i>	41
4.2.8. Perhitungan Uji <i>Chi-Kuadrat</i> dan Uji <i>Smirnov Kolmogorov</i>	44
4.2.9. Intensitas Curah Hujan.....	49
4.2.10. Analisa Debit Banjir Rencana.....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran, Massa dan Kecepatan Jatuh Butiran Hujan	6
Tabel 2. 2 Keadaan Hujan dan Intensitas Hujan	8
Tabel 2. 3 Kriteria Desain Hidrologi Perkotaan	10
Tabel 2. 4 Pedoman Pemilihan Distribusi.....	16
Tabel 2. 5 <i>Reduced Mean</i>	17
Tabel 2. 6 <i>Reduced Standar Deviation</i>	17
Tabel 2. 7 <i>Reduced Variate</i>	18
Tabel 2. 8 Nilai k untuk Distribusi <i>Log-Person III</i>	19
Tabel 2. 9 Variabel Standar.....	20
Tabel 2. 10 Nilai Δ kritik Uji <i>Smirnov Kolmogorov</i>	21
Tabel 2. 11 <i>Koefisien Runoff</i>	24
Tabel 2. 12 Kala Ulang Berdasarkan Topologi Kota.....	25
Tabel 4. 1 Perbandingan Luasan Yang Pengaruh Stasiun Curah Hujan	31
Tabel 4. 2 Curah Hujan Bulanan Maksimum Stasiun Karangroto.....	33
Tabel 4. 3 Curah Hujan Bulanan Maksimum Stasiun Tlogosari	34
Tabel 4. 4 Curah Hujan Bulanan Maksimum Stasiun Pucanggading	35
Tabel 4. 5 Data Curah Hujan Bulanan Maksimum	36
Tabel 4. 6 Perhitungan dengan Metode <i>Polygon Thiessen</i>	37
Tabel 4. 7 Pedoman Pemilihan Distribusi.....	39
Tabel 4. 8 Perhitungan Distribusi Hujan dengan Metode <i>Gumbel</i>	39
Tabel 4. 9 Perhitungan Distribusi Curah Hujan Metode <i>Log-Person III</i>	40
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Hasil Analisa Frekuensi	41
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Rencana dengan Metode <i>Gumbel</i>	42
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Rencana dengan Metode <i>Log-Person III</i>	43
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana	44
Tabel 4. 14 Besar Peluang dan Batas Nilai Kelas Distribusi <i>Gumbel</i>	45
Tabel 4. 15 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat untuk Distribusi <i>Gumbel</i>	45
Tabel 4. 16 Besar Peluang Distribusi <i>Log-Person III</i>	46
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Uji <i>Chi-Kuadrat</i> Distribusi <i>Log-Person III</i>	47

Tabel 4. 18 Nilai D_{Kritis} untuk Uji <i>Smirnov Kolmogorv</i>	48
Tabel 4. 19 Perhitungan Uji <i>Smirnov Kolmogorov</i> Distribusi <i>Log-Person III</i>	48
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Uji <i>Chi-Kuadrat</i>	49
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Uji <i>Sminor Kolmogorov</i>	49
Tabel 4. 22 Intensitas Hujan.....	50
Tabel 4. 23 Debit Banjir Rencana	52



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Wilayah Universitas Islam Sultan Agung	3
Gambar 2. 1 Siklus Hidrologi	5
Gambar 2. 2 Polygon Thiessen	12
Gambar 4. 1 Peta DAS Sringin	30
Gambar 4. 2 <i>Polygon Thiessen</i>	31
Gambar 4. 3 Kurva Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana	44
Gambar 4. 4 Kurva Debit Banjir Rencana	53



ANALISA HIDROLOGI SUNGAI SRINGIN (STUDI KASUS : DI WILAYAH UNISSULA)

ABSTRAK

Air merupakan suatu elemen yang penting untuk kelangsungan hidup seluruh makhluk, bukan hanya manusia saja yang membutuhkan air, akan tetapi hewan dan tumbuhan juga membutuhkan air untuk keberlangsungan hidupnya. Penelitian tersebut dirumuskan masalah yang bertujuan untuk mengetahui hasil analisa hidrologi terhadap curah hujan serta menghitung debit banjir rencana. DAS (Daerah Aliran Sungai) Sringin yang wilayahnya rawan banjir ketika curah hujan tinggi dalam perawatan memerlukan data debit banjir rencana dalam pelaksanaannya.

Untuk menganalisa intensitas hujan bulanan dari data tiga stasiun curah hujan menggunakan metode Polygon Thiessen kemudian menghitung intensitas hujan dengan rumus mononobe di lanjut menghitung debit banjir rencana menggunakan metode rasional.

Hasil dari analisa curah hujan rerata yang menggunakan metode polygon thiessen. Kemudian menghitung intensitas menggunakan metode mononobe dalam 2 tahun = 446,270 mm/jam, 5 tahun = 564,415 mm/jam, 10 tahun = 632,587 mm/jam, 25 tahun = 727,106 mm/jam, 50 tahun = 804,634 mm/jam dan 100 tahun = 872,165 mm/jam. Di lanjutkan menghitung debit banjir rencana menggunakan metode rasional pada kala ulang 2 tahun = 392,535 m³/detik, 5 tahun = 496,454 m³/detik, 10 Tahun = 556,418 m³/detik, 25 tahun = 632,559 m³/detik, 50 tahun = 707,749 m³/detik dan 100 tahun = 767,149 m³/detik.

Kata kunci: Banjir; Curah Hujan; Hidrologi;

Water is an important element for the survival of all creatures, not only humans who need water, but animals and plants also need water for their survival. The research formulated a problem that aims to determine the results of hydrological analysis of rainfall and calculate the planned flood discharge. The Sringin watershed, whose area is prone to flooding when rainfall is high, requires maintenance for planned flood discharge data for its implementation.

To analyze the monthly rainfall intensity from the data of three rainfall stations using the Polygon Thiessen method, then calculate the rainfall intensity with the mononobe formula, then calculate the planned flood discharge using the rational method.

The results of the analysis of the average rainfall using the Thiessen polygon method. Then calculate the intensity using the mononobe method in 2 years = 446,270 mm/hour, 5 years = 564,415 mm/hour, 10 years = 632,587 mm/hour, 25 years = 727,106 mm/hour, 50 years = 804,634 mm/hour and 100 years = 872.165 mm/hour. Continue to calculate the design flood discharge using the rational method at 2 years return period = 392.535 m³/second, 5 years = 496,454 m³/second, 10 years = 556,418 m³/second, 25 years = 632,559 m³/second, 50 years = 707,749 m³/seconds and 100 years = 767,149 m³/second.

Keyword: Flood; Rainfall; Hydrology;

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air Merupakan suatu elemen yang penting untuk kelangsungan hidup seluruh makhluk, bukan hanya manusia saja yang membutuhkan air, akan tetapi hewan dan tumbuhan juga membutuhkan air untuk berlangsung hidupnya. Air dibutuhkan bukan hanya untuk minum, namun air dapat difungsikan sebagai alternatif pembangkit listrik, pengairan (irigasi) pada lahan, transportasi air, bisnis wisata dan lainnya sebagainya. Dengan demikian, maka air sangat penting bagi kehidupan yang mana manfaatnya dapat mensejahterahkan seluruh makhluk.

Ketersediaan air di bumi tidak akan habisnya karena adanya siklus hidrologi yang terjadi pada air. Sumber utama dari Siklus hidrologi sendiri adalah dari hujan yang secara alamiah terjadi karena adanya kondensasi uap air ke atmosfer. Setelah terjadi kondensasi uap air ke udara, maka terbentuknya gumpalan dari proses kondensasi uap air di udara, maka terbentuknya gumpalan dari proses kondensasi tersebut menjadi awan, awan yang terlalu berat tersebut pada umumnya tidak bisa menahan air setelah itu proses presipitasi, sehingga terjadilah hujan.

Intensitas hujan tergantung dari lama hujan dan besarnya hujan. Semakin lama hujan berlangsung maka intensitasnya akan cenderung makin tinggi begitu juga sebaliknya semakin pendek hujan maka semakin kecil juga intensitasnya. Intensitas ditinjau berdasarkan kala ulang juga akan berbanding lurus, semakin lama waktu kala ulangnya maka akan tinggi pula intensitasnya. semakin lama waktu antara pengulangan. Intensitas curah hujan yang tinggi biasanya terjadi untuk periode waktu yang singkat dan mencakup area yang relatif kecil.

Permasalahan banjir ini terjadi juga pada bulan februari 2021 di jalan Kaligawe Raya Km. 4 wilayah kampus bahkan masuk gedung Yayasan Badan Wakaf Sultan Agung (YBWSA) dengan ketinggian 40 cm yang disebabkan intensitas curah hujan tinggi periode 50 tahun sekali, sekaligus pasang surut air laut. Berbagai dampak tersebut sangat mempengaruhi perencanaan dan pengembangan bangunan pengelolaan daerah tangkapan air di DAS (Daerah Aliran Sungai) Sringin yang wilayahnya rawan banjir ketika intensitas hujan

tinggi dalam perawatan memerlukan data debit banjir rencana dalam pelaksanaannya.

Pada tugas akhir ini, membahas tentang analisa intensitas curah hujan bulanan rerata dalam 10 tahun terakhir. Terdapat data dari tiga stasiun curah hujan yaitu stasiun curah hujan Karangroto, stasiun curah hujan Tlogosari, dan Stasiun curah hujan Pucanggading. Pengambilan data dari ketiga stasiun curah hujan bertujuan untuk menentukan debit banjir rencana periode kala ulang beberapa tahun, studi kasus di wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari Latar belakang masalah yang ada, maka dapat diuraikan rumusan permasalahan dalam tugas akhir ini Sebagai Berikut:

1. Bagaimana analisa intensitas curah hujan rencana di wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang?
2. Bagaimana menghitung debit banjir rencana pada wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui analisa hidrologi sungai sringin di wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui data intensitas curah hujan tiap interval waktu harian, bulanan dan tahunan di sekitar wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang
2. Mengetahui besar debit banjir rencana di sekitar wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

1.4 Manfaat Penelitian

Setelah tujuan di atas, menghasilkan beberapa manfaat antara lain:

1. Menambah pengetahuan dan ilmu yang bermanfaat untuk perbandingan jika terdapat kasus yang serupa
2. Bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan di bidang perencanaan dan perancangan bangunan tangkapan air untuk pengembangan DAS (Daerah Aliran Sungai) dan bangunan air lainnya.

1.5 Batasan Masalah

Pokok bahasan dari Tugas akhir ini, adalah membahas tentang kajian analisa hidrologi sungai sringin terdapat batasan masalah sebagai berikut:

1. Lokasi pengamatan untuk penelitian curah hujan berlokasi wilayah Universitas Islam Sultan Agung
2. Metode yang digunakan curah hujan rencana adalah *Gumbel* dan *Log Person III* untuk menganalisa periode kala ulang T 100 tahun
3. Menghitung debit banjir rencana curah hujan

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang berada di Jalan Raya Kaligawe Km.4 Semarang.

Keterangan secara rinci kampus di batasi oleh :

Sebelah Timur : Rumah Sakit Islam Sultan Agung

Sebelah Barat : SMA Islam Sultan Agung

Sebelah Utara : Terminal Terboyo Semarang

Sebelah Selatan : Jalan Raya Kaligawe



Gambar 1. 1 Peta Wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang

(Sumber : Abdul Ahmad Ali , 2020)

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam mempermudah penyusunan Laporan Tugas akhir ini, maka penyusunan membagi laporan ini menjadi 5 bab, dengan sistematika sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini membahas tentang latar belakang, maksud dan tujuan, rumusan masalah, batasan masalah, lokasi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini membahas tentang kajian atau teori, gambaran dan uraian- uraian dari berbagai sumber yang di butuhkan untuk dijadikan sebagai acuan dalam menjelaskan tentang dasar dasar-dasar perencanaan struktur bangunan non gedung.

BAB III METODOLOGI

Dalam bab ini membahas tentang metode pengumpulan data, metode analisis, perumusan masalah dan langkah-langkah pembuatan laporan.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menyajikan tentang analisa perhitungan dan pembahasan permasalahan yang berkaitan dengan hasil analisa tersebut. Analisa pemecahan masalah di buat dari data yang ada dan diambil berdasarkan hasil pegumpulan data-data yang telah diambil oleh penelitiannya dan masih berlaku serta relevan sebagai bahan kajian. Rumus yang dipakai untuk analisa pemecahan masalah rumus yang di jelaskan dalam tinjauan pustaka pada bab II, dan menggunakan metode asumsi sebagaimana yang diuraikan dalam bab III, dengan diberikan tambahan penjelasan bagaimana proses tentang pembahasan tersebut telah di lakukan apabila hal tersebut diperlukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas tentang kesimpulan dan saran atas hasil analisa perhitungan di bab-bab sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Hujan terjadi utamanya karena perpindahan *massa* air ke atmosfer terdapat pada perbedaan tekanan udara antara dua tempat yang beda ketinggiannya. Jika terdapat penambahan uap air di suhu yang rendah maka terjadilah proses kondensasi, dan dengan gilirannya *massa* air tersebut yang jatuh di sebut sebagai air hujan (Iskandar, 2012). Sistem air hujan berlangsung dengan mencantumkan tiga faktor utama, yakni :

1. Penambahan *massa* uap air ke daerah yang lebih tinggi hingga membuat atmosfer udara penuh.
2. Proses kondensasi terjadi dalam unsur uap air pada atmosfer.
3. Unsur uap air tersebut bertambah besar seiring dengan waktu kemudian jatuh ke bumi dan permukaan laut (sebagai hujan) karena gravitasi.

Siklus hidrologi adalah penghapusan air dan *transformasi* dari uap air yang mengembun menjadi air kontinu. Panas diproduksi sebagai hasil dari keberadaan sinar matahari. Dengan panas ini, air dari semua tanah, sungai, danau, reservoir, laut, kolam, sawah, drainase, dll. Akan menguap menjadi uap air. Penguapan (*evaporation*) dan *ranspirasi* (Girsang, 2008). Ilustrasi mengenai siklus hidrologi sesuai dalam gambar 2.1



Gambar 2. 1 Siklus Hidrologi

(Sumber: Linsley, 1996)

Sebagian air hujan baik dibawah permukaan dalam di atas permukaan tanah hilang dalam bentuk : *evaporation* yaitu proses perubahan air menjadi uap : *transpirasi* yaitu proses dimana air menjadi uap melalui *metabolisme* makhluk

hidup : *inkorporasi* yaitu pemidahan air menjadi struktur fisik vegetasi pada proses pertumbuhan dan sublimasi proses dari padat menjadi uap (Seyhan, 1990).

2.1.1 Presipitasi

Presipitasi saat awan mencairkan akibat pengaruh suhu udara tinggi, sehingga terjadi hujan butiran-butiran air jatuh dan membasahi bumi. Apabila udara terlalu rendah hingga nol derajat *celcius*, proses presipitasi akan menghasilkan salju. Awan yang mengandung banyak air akan turun ke litosfer dalam bentuk butiran salju tipis seperti di negara sub tropis.

Intensitas curah hujan dan jumlah total hujan adalah dua kata umum yang digunakan untuk menggambarkan jumlah curah hujan atau hujan. Intensitas hujan merupakan jumlah hujan yang jatuh selama periode waktu tertentu dengan P, misalnya, hujan tahunan dinyatakan dalam mm/tahun. Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang turun per unit waktu (mm/jam atau mm/hari), yang menampilkan tingkat hujan lebat dan memberikan notasi (Fachruddin, 1997). Penggolongan hujan dan kedalaman curah hujan serta ukuran butir hujan, massa dan kecepatan jatuh butir hujan (Sosrodarsono dan Takeda, 1985). Tabel 2.1 merupakan bagian dari presipitasi.

Tabel 2. 1 Ukuran, *Massa*, dan Kecepatan Jatuh Butiran Hujan

Jenis	Diameter Bola (mm)	Massa (mg)	Kecepatan Jatuh (m/sec)
Hujan Gerimis	0,15	0,0024	0,5
Hujan Halus	0,5	0,065	2,1
Hujan Normal (Lemah)	1	0,52	4,0
Hujan Normal (Deras)	2	4,2	6,5
Hujan Sangat Deras	3	14	8,1

(Sumber : Sosrodarsosno dan Takeda, 1985)

2.1.2 Evapotranspirasi

Dalam menyelidiki siklus hidrologi DAS (Daerah Aliran Sungai) biasanya hanya digunakan penguapan total (*evapotranspirasi*). Evapotranspirasi berasal dari dua suku kata, evaporasi dan transpirasi. Evaporasi dan transpirasi merupakan faktor yang tidak bisa di pisahkan, kedua faktor tersebut dalam berbagai bidang seperti DAS (Daerah Aliran Sungai) dianalisa sebagai masalah tunggal (Linsley, 1996). Penggunaan konsumtif merupakan uap air total suatu (Daerah Aliran Sungai) disebut *evaporasi* atau *Transpirasi* adalah istilah untuk penggunaan langsung air dalam pengembangan jaringan tanaman. Perbedaan kedua nama itu murni teoretis pada titik ini, dan keduanya memiliki makna yang sama (Suripin, 2004).

Menurut Linsley (1996), laju penguapan bervariasi tergantung pada cuaca dan keadaan permukaan penguapan.

a. Faktor Terkait Meteorologi

Faktor meteorologis radiasi matahari, suhu udara, tekanan uap, angin, dan tekanan atmosfer semuanya berdampak pada penguapan. Penguapan bervariasi dengan garis lintang, musim, waktu hari, dan kondisi langit karena radiasi matahari adalah efek yang signifikan.

b. Sifat permukaan objek yang menguap

Permukaan terbuka, seperti tanaman, struktur, atau jalan, adalah permukaan potensial penguapan. Kecuali sebagian besar wilayah yang terdiri dari tanah terbuka dan basah, laju distribusi salju harus melebihi laju penguapan pada suhu yang jauh di atas pembekuan.

2.2 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah total hujan selama periode waktu tertentu, diukur dalam milimeter per jam, milimeter per hari, milimeter per bulan, dan milimeter per tahun (Triatmodjo, 2013). Durasi hujan adalah jumlah waktu hujan, diukur dalam beberapa menit, jam, dan unit lainnya. Biasanya, area yang terpapar hujan diperlakukan sama (Seyhan, 1990).

Tabel 2.2 mencantumkan status dan intensitas hujan. Tabel menunjukkan bahwa jumlah curah hujan tidak meningkat seiring waktu. Akumulasi curah hujan kurang ketika periode waktu lebih besar. Dibanding dengan penambahan waktu, karena hujan tersebut bisa berkurang atau berhenti (Triatmodjo, 2013).

Tabel 2. 2 Keadaan Hujan dan Intensitas Hujan

Keadaan Hujan	Intensitas Hujan	
	1 jam	24 jam
Hujan Sangat Tinggi	< 1	<5
Hujan Ringan	1-5	5-20
Hujan Normal	5-10	20-50
Hujan Lebat	10-20	50-100
Hujan Sangat Lebat	>20	>100

(Sumber : Linsley, 1996)

Jenis curah hujan, menurut Linsley (1996), adalah sebagai berikut :

1. Gerimis (*drizzle*) yang kadang-kadang disebut *mist*, terdiri dari tetes-tetes air yang tipis biasanya dengan diameter antara lain 0,1 dan 0,5 mm, dengan kecepatan jatuh demikian lambatnya sehingga kelihatan seolah-olah melayang dengan intensitas jarang melebihi 1 jam seolah-olah melayang dengan intensitas jarang melebihi 1 mm/jam.
2. Hujan (*Rain*) terdiri dari tetesan air yang lebih besar dari 0,05 mm.
3. *Glaze* dalam selimut es, Biasanya bersih dan halus, beku atau air yang sangat dingin yang disimpan oleh hujan atau gerimis menciptakan permukaan yang terbuka. Ini dapat memiliki gravitasi spesifik 0,8 hingga 0,9 kg.
4. *Rime* mengacu pada endapan biji es yang buram, putih, yang dipisahkan udara yang terbentuk ketika membekukan air dingin dengan cepat mempengaruhi benda-benda terbuka. Gravitasi spesifik rime dapat serendah 0,2 hingga 0,3 kg.
5. Butir es bulat, pejal, dan tembus cahaya membentuk sleet (hujan dikombinasikan dengan es dan salju), yang diciptakan ketika kristal es yang meleleh jatuh melalui lapisan udara yang berada di bawah titik beku dekat dengan permukaan bumi dan membekukan kristal besar.
6. Salju adalah campuran kristal-kristal es yang sebagian besar berbentuk heksagonal yang kompleks dan bercabang, dan umumnya menggumpal

menjadi kumpulan salju (*snowflake*), diameternya dapat mencapai beberapa inci. Berat jenis rata-ratanya sering dianggap sebesar 0,1 kg.

7. Hujan es (*Hail*) merupakan hujan yang terlihat seperti bola es dan diproduksi oleh awan konvektif, paling sering cumulonimbus. Batu es, kadang-kadang dikenal sebagai batu hujan es, dapat memiliki bentuk yang tidak teratur, bulat, atau kerucut, dan diameternya berkisar dari 5 hingga 125 mm. 0,8 kg gravitasi spesifik

2.3 Analisa Hidrologi

Sebagian perencana bangunan air memerlukan analisa hidrologi. Analisa hidrologi tidak hanya diperlukan dalam perencanaan berbagai macam bangunan air, seperti drainase, DAS (Daerah Aliran Sungai), bangunan pengendali banjir, dan bangunan irigasi, tetapi juga bangunan jalan raya, lapangan terbang, dan bangunan lainnya. Analisa hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh ketidakpastian dalam hidrologi, keterbatasan teori dan rekaman data, dan keterbatasan ekonomi. (Suripin, 2004).

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang asal dan perjalanan air di permukaan bumi. Hidrologi dipelajari untuk memecahkan masalah-masalah yang berhubungan dengan air seperti pengendali banjir, manajemen air, dan perencanaan bangunan air. Hidrologi biasanya lebih diperuntukkan untuk masalah-masalah air di daratan. Artinya hidrologi harus dilakukan secara teliti mengingat ketidakpastiannya. Air hujan tidak dapat diprediksi secara pasti seberapa besar hujan yang akan terjadi pada suatu periode waktu tertentu. (Triatmodjo, 2013)

Untuk analisa debit banjir rencana menggunakan data curah hujan bulanan dari beberapa stasiun di Daerah Aliran Sungai tepatnya di stasiun Karangroto, stasiun Tlogosari dan stasiun Pucanggading dimana stasiun tersebut jaraknya relatif dekat dari wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Setelah analisa hidrologi dilakukan, intensitas curah hujan merupakan hal penting dalam menghasilkan data hidrologi untuk perencanaan bangunan air. Pada pembahasan mengenai debit rencana sudah dijelaskan seperti pada bab sebelumnya yaitu bab II bahwa debit rencana dari proses intensitas curah hujan untuk menghasilkan data hujan, adapun langkah-langkah dalam analisa debit rencana adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan Daerah Aliran Sungai (DAS)
2. Menetapkan luas pengaruh daerah stasiun-stasiun penakar hujan.
3. Menetapkan curah hujan *maximum* tiap tahunnya dari data curah hujan.
4. analisa curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.

2.3.1 Data Curah Hujan

Curah hujan pada suatu daerah (*catchment area*) akan menentukan besarnya debit banjir yang terjadi pada daerah studi. Karakteristik hujan pada suatu daerah akan berbeda dengan daerah lainnya, dengan diketahuinya besar hujan pada suatu daerah maka akan dapat di perkirakan intensitas hujan pada daerah tersebut dan nantinya akan digunakan untuk menghitung debit banjir.

2.3.2 Debit Hujan

Perhitungan debit hujan untuk saluran drainase di daerah perkotaan dapat di gunakan rumus rasional atau hidrograf satuan. Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah di tetapkan.

Tabel 2.3 Kriteria Desain Hidrologi Perkotaan

Luas DAS (ha)	Periode ulang (Tahun)	Metode perhitungan debit banjir
<10	2	Rasional
10-100	2-5	Rasional
101-500	5-20	Rasional
>500	10-25	Hidrograf Satuan

(Sumber : Suripin, 2004)

2.3.3 Analisa Curah Hujan wilayah

Dalam penentuan curah hujan, data dari pencatat atau penakar hanya didapatkan curah hujan disuatu titik tertentu (*point rainfall*). Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rata-rata wilayah daerah aliran sungai (DAS) ada tiga metode yaitu metode rata-rata Aritmatika (aljabar), metode *Polygon Thiessen*, dan Metode *Isohyet* (Loebis, 1987).

2.3.3.1 Metode Rata-Rata Aritmatika (aljabar)

Metode ini paling sederhana, pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi jumlah stasiun.

Stasiun hujan digunakan dalam hitungan adalah yang berada di DAS (Daerah Aliran Sungai), tetapi stasiun di luar DAS (Daerah Aliran Sungai) tangkapan yang masih berdekatan juga diperhitungkan. Metode rata-rata aljabar memberikan hasil yang baik apabila

- Stasiun hujan tersebar secara merata.
- Distribusi hujan relatif merata pada DAS. (Triatmodjo, 2008).

a. Hujan rerata pada seluruh DAS (Daerah Aliran Sungai) diberikan oleh bentuk berikut

$$p = \frac{p_1+p_2+p_3+\dots+p_n}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan :

- P = hujan rerata kawasan.
- $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ = hujan di stasiun 1,2,3, ..., n.
- n = jumlah stasiun.

b. Cara kerja metode Aritmatika

1. Menyiapkan alat curah hujan.
2. Menghitung jumlah total curah hujan di setiap wilayah.
3. Menghitung curah hujan rata-rata dengan rumus Aritmatika yang sudah ada.

2.3.3.2 Metode *Polygon Thiessen*

Metode ini menggunakan bobot dari masing-masing stasiun mewakili luasan wilayah di sekitar. Pada suatu luasan didalam DAS (Daerah Aliran Sungai) dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata, maka pada metode tersebut stasiun hujan minimal yang digunakan untuk perhitungan adalah tiga stasiun hujan. Hitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari setiap stasiun.

Metode *polygon thiessen* banyak digunakan untuk menghitung rata-rata kawasan. *Polygon thiessen* adalah tetap untuk suatu jaringan stasiun hujan tertentu. Apabila terjadi terdapat perubahan jaringan stasiun hujan seperti pemidahan atau penambahan stasiun, maka harus dibuat lagi *polygon* yang baru

(Triatmodjo, 2008). Cara ini diperoleh dengan membuat peta menggunakan *polygon* yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun hujan dengan menggunakan aplikasi ArcGis. Dengan demikian tiap stasiun penakar R_n akan terletak pada suatu *polygon* tertentu A_n . Dengan menghitung perbandingan luas untuk setiap stasiun yang besarnya = A_n/A , dimana A adalah luasan daerah penampung atau jumlah luasan seluruh areal yang dicari tinggi curah hujannya

Curah hujan rata-rata diperoleh dengan cara menjumlahkan pada masing-masing penakar yang mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar.

a. Cara perhitungannya rumus metode *polygon thiessen* adalah sebagai berikut

$$R = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + A_3.R_3 + \dots + A_n.R_n}{A} = \frac{\sum A_i.d_i}{A} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan :

A = Luasan areal (km²)

d = Tinggi curah hujan rata-rata areal

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ = Tinggi curah hujan di pos 1, 2, 3, ... n

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = Luasan daerah pengaruh pos 1, 2, 3, ... n



Gambar 2. 2 *Polygon Thiessen*

(Sumber : Suripin 2004)

b. Cara kerja metode *polygon thiessen*

1. titik koordinat stasiun curah hujan.
2. Menghubungkan titik tempat stasiun terdekat berada pada peta membentuk segitiga.

3. Menarik Garis lurus antara dua stasiun (garis 1) dibagi menjadi dua bagian sama panjang, setelah mendapatkan titik tengah antara kedua stasiun.
4. Dari pos hujan tersebut kemudian di tarik tegak lurus dari garis yang menghubungkan dua pos hujan.
5. Selanjutnya menggunakan bantuan apk. Arcgis sehingga dapat diketahui luas antar wilayah curah hujan.
6. Kemudian menghitung curah hujan rata-rata dengan rumus *polygon thiessen*.

2.3.3.3 Metode Isohyet

Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode *isohyet* dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis *isohyet* adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis *isohyet* tersebut (Triatmodjo, 2013).

a. Hitungan rerata kawasan

$$p = \frac{A_1 \frac{I_1+I_2}{2} + A_2 \frac{I_2+I_3}{2} + \dots + A_n \frac{I_n+I_{n+1}}{2}}{A_1+A_2+\dots+A_n} \quad (2.3)$$

Dengan :

P = hujan rereta kawasan

I 1, I2,, In = garis isohyet 1, 2, ... , n

A1, A2, An = luasan daerah yang dibatasi oleh isohyet ke 1 dan 2,dan 3, ..., n dan n+1

b. Cara kerja metode *Isohyet*

1. Menyiapkan alat curah hujan
2. Menghubungkan titik stasiun dengan curah hujan terbesar dengan titik stasiun yang lain dengan garis lurus.
3. Membagi garis lurus tersebut menjadi beberpa bagian interval yang sama.

2.3.4 Analisa Frekuensi dan Probabilitas

Dalam perhitungan curah hujan rencana ini menggunakan metode analisa frekuensi. hujan rencana (*design event*) adalah suatu kejadian hujan dengan intensitas atau durasi tertentu. Sedangkan kala ulang (*return periode*) adalah *interval* waktu suatu kejadian banjir dengan besar tertentu berulang kejadiannya. Analisis frekuensi adalah prosedur untuk memperkirakan frekuensi suatu kejadian pada masa lalu atau masa yang akan datang. Prosedur ini digunakan untuk menentukan hujan rencana dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi yang paling sesuai antara distribusi hujan secara teoritik dan empirik. Hujan rencana ini digunakan untuk menentukan intensitas curah hujan kala ulang 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun.

2.3.4.1 Parameter Statistik

Parameter yang digunakan dalam perhitung analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata (\bar{X}), deviasi standar (S), koefisien variasi (C_v), koefisien kemecengan (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k). Sementara untuk diperoleh harga parameter statistik dilakukan perhitungan dengan rumus dasar sebagai berikut : (Soemarto, C, D. 1999).

1. Standar Deviasi (SD)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

Sd = Standar deviasi dari sampel curah hujan

X = Nilai rata-rata curah hujan

$\sum x_i$ = Jumlah nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i

n = jumlah banyaknya data curah hujan

2. Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{Sd}{\bar{X}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

Cv = Koefisien variasi (*coefficient of variation*)

Sd = Standar deviasi dari sampel curah hujan

X = Nilai rata-rata curah hujan

3. Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(n-3)S^2} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

X_i = curah hujan harian maksimum (mm)

\bar{X} = tinggi hujan harian maksimum rata-rata selama n tahun (mm)

n = jumlah tahunan pencatatan data hujan

Cv = koefisien variasi

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots (2.7)$$

Empat parameter statistik tersebut yang akan digunakan dalam penentuan jenis distribusi.

2.3.4.2 Pemilihan Jenis Distribusi

Bedasarkan parameter statistik tersebut, maka di dapat beberapa metode distribusi. telah menunjukkan bahwa banyak analisis frekuensi yang dapat mengurangi dari bentuk $XT = \bar{X} (1+CVKT)$. masing-masing pemilihan jenis distribusi memiliki karakteristik khas, yang mensyaratkan bahwa setiap bagian data hidrologi diperiksa terhadap karakteristik statistik dari setiap distribusi. Pilihan distribusi yang buruk dapat menyebabkan estimasi besar. Oleh karena itu, tidak disarankan untuk menggunakan distribusi acak untuk analisis tanpa terlebih dahulu memvalidasi data curah hujan. Berikut ini adalah tabel opsi sesuai dispresi sesuai Tabel 2.4

Tabel 2. 4 Pedoman Pemilihan Distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat
1.	Normal	$C_s \approx 0$
		$C_k \approx 3$
2.	Gumbel	$C_s \approx 1,137$
		$C_k \approx 5,402$
3.	Log Normal	$C_s \approx 1,137$
		$C_k \approx 5,383$
4.	Log-Person III	$C_s \neq 0$
		$C_v \approx 0,3$

(Sumber : Sri Harto, 1993)

1. Distribusi Gumbel

Distribusi *gumbel* disebut juga distribusi ekstrem dan umumnya digunakan untuk analisa data *maximum*, sangat cocok untuk analisis frekuensi banjir. Rumus-rumus yang digunakan untuk menentukan curah hujan rencana metode *gumbel* adalah :

- a. Hitungan hujan rencana periode ulang tahun

$$X_t = X_{rt} + s. k \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

X_i = hujan rencana dengan periode ulang T tahun (mm)

X_{rt} = nilai tengah sampel (mm)

S = standar deviasi sampel.

K = faktor frekuensi

- b. Faktor frekuensi k didapat dengan menggunakan rumus:

$$k = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

Y_n = harga rata-rata *Reduced mean* (Tabel 2.4)

S_n = *Reduced Standar Deviation* (Tabel 2.5)

Y_{tr} = *Reduced Variate* (Tabel 2.6)

Tabel 2. 5 *Reduced Mean*

<i>n</i>	<i>Yn</i>	<i>n</i>	<i>Yn</i>	<i>n</i>	<i>Yn</i>	<i>n</i>	<i>Yn</i>
10	0,4592	34	0,5396	58	0,5518	82	0,5572
11	0,4996	35	0,5402	59	0,5518	83	0,5574
12	0,5053	36	0,5410	60	0,5521	84	0,5576
13	0,5070	37	0,5418	61	0,5524	85	0,5578
14	0,5100	38	0,5424	62	0,5527	86	0,5580
15	0,5128	39	0,5430	63	0,5530	87	0,5581
16	0,5157	40	0,5436	64	0,5533	88	0,5583
17	0,5181	41	0,5442	65	0,5535	89	0,5585
18	0,5202	42	0,5448	66	0,5538	90	0,5586
19	0,5220	43	0,5453	67	0,5540	91	0,5587
20	0,5236	44	0,5458	68	0,5543	92	0,5589
21	0,5252	45	0,5463	69	0,5545	93	0,5591
22	0,5268	46	0,5468	70	0,5548	94	0,5592
23	0,5283	47	0,5473	71	0,5550	95	0,5593
24	0,5296	48	0,5477	72	0,5552	96	0,5595
25	0,5309	49	0,5481	73	0,5555	97	0,5596
26	0,5320	50	0,5485	74	0,5557	98	0,5598
27	0,5332	51	0,5489	75	0,5559	99	0,5599
28	0,5343	52	0,5493	76	0,5561	100	0,5600
29	0,5353	53	0,5497	77	0,5563		
30	0,5362	54	0,5501	78	0,5565		
31	0,5371	55	0,5504	79	0,5567		
32	0,5380	56	0,5508	80	0,5569		
33	0,5388	57	0,5511	81	0,5570		

(Sumber : Soewarno,1995)

Tabel 2. 6 *Reduced Standar Deviation*

<i>n</i>	<i>Sn</i>	<i>n</i>	<i>Sn</i>	<i>n</i>	<i>Sn</i>	<i>n</i>	<i>Sn</i>
10	0,9496	33	1,1226	56	1,1696	79	1,1930
11	0,9676	34	1,1255	57	1,1708	80	1,1938
12	0,9933	35	1,1285	58	1,1721	81	1,1945
13	0,9971	36	1,1313	59	1,1734	82	1,1953
14	1,0095	37	1,1339	60	1,1747	83	1,1959
15	1,0206	38	1,1363	61	1,1759	84	1,1967
16	1,0316	39	1,1388	62	1,1770	85	1,1973
17	1,0411	40	1,1413	63	1,1782	86	1,1980
18	1,0493	41	1,1436	64	1,1793	87	1,1987
19	1,0565	42	1,1458	65	1,1803	88	1,1994
20	1,0628	43	1,1480	66	1,1814	89	1,2001
21	1,0696	44	1,1499	67	1,1824	90	1,2007
22	1,0754	45	1,1519	68	1,1834	91	1,2013
23	1,0811	46	1,1538	69	1,1844	92	1,2020
24	1,0864	47	1,1557	70	1,1854	93	1,2026
25	1,0915	48	1,1574	71	1,1863	94	1,2032
26	1,1961	49	1,1590	72	1,1873	95	1,2038
27	1,1004	50	1,1607	73	1,1881	96	1,2044
28	1,1047	51	1,1623	74	1,1890	97	1,2049
29	1,1086	52	1,1638	75	1,1898	98	1,2055
30	1,1124	53	1,1658	76	1,1906	99	1,2060
31	1,1159	54	1,1667	77	1,1915	100	1,2065
32	1,1193	55	1,1681	78	1,1923		

(Sumber : Soewarno, 1995)

Tabel 2. 7 Reduced Variate

Periode Ulang	Reduced Variate	Periode Ulang	Reduced Variate
2	0,3665	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	500	6,2149
20	2,9709	1000	6,9087
25	3,1993	50000	8,5188
50	3,9028	10000	9,2121

(Sumber : Suripin, 2004)

2. Distribusi Log-Person III

Log-Person III telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris. Tidak seperti konsep yang melatarbelakangi pemakaian distribusi Log-Normal untuk banjir puncak, maka distribusi probabilitas ini hampir tidak ada teorinya. Distribusi ini masih tetap dipakai karena fleksibilitasnya (Suripin, 2004).

Ada tiga parameter penting dalam *log-person III* yaitu harga rata-rata, simpangan baku, dan koefisien kemencengan. Yang menarik, jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log-Normal (Suripin, 2004). Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi *log-person III*

a. Ubah data ke dalam bentuk Logaritmis dari X_i menjadi $Log X_i$.

b. Hitung harga rata-rata

$$\log X_{rt} = \sum_t^n = \frac{\log X_t}{n} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

X_i = titik tengah tiap interval kelas (mm).

X_{rt} = rata-rata hitungan (mm).

n = Jumlah Kelas.

c. Hitungan harga simpangan baku

$$S = \frac{\sum_{t=1}^n (\log X_t - \log X_{rt})^2}{n-1} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

S = standar deviasi.

X_i = titik tengah tiap *interval* kelas (mm)

X_{rt} = rata-rata hitungan (mm).

n = jumlah kelas

d. Hitung Logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\log X_i = \log X_{rt} + k \cdot s \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

S = standar deviasi.

X_i = titik tengah tiap interval kelas (mm).

X_{rt} = rata-rata hitungan (mm).

K = variabel standar (*standardized variabel*) tergantung CS

Tabel 2. 8 Nilai k untuk Distribusi Log-Person III

Kemencengan (CS)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,360	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,195	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,759	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,858	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,906	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

(Sumber : Suripin, 2004)

3. Distribusi Normal

Dalam data hidrologi distribusi normal banyak di gunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit

rata-rata tahunan. Simetri terhadap sumbu vertikal dan berbentuk lonceng yang juga di sebut gaus. Rumus yang digunakan dalam perhitungan metode ini adalah sebagai berikut :

a. Perhitungan curah hujan periode ulang

$$X_i = X_{rt} + k \cdot s \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana :

X_i = besarnya curah hujan yang mungkin terjadi dengan periode ulang X tahun (mm)

s = standar deviasi data hujan maksimum tahun.

X_{rt} = curah hujan rata-rata (mm)

k = nilai karakteristik dari distribusi Log-Normal, yang tergantung dari koefisien variasi.

Tabel 2. 9 Variabel Standar

Koefisien Variasi (CV)	Peluang Kumulatif P (%) . P (X < λ)					
	50	80	90	95	98	99
	Periode Ulang (tahun)					
	2	5	10	20	50	100
0,0500	-0,0250	0,8334	1,2965	1,6863	2,1341	2,4570
0,1000	-0,0496	0,8222	1,3078	1,7247	2,2130	2,5489
0,1500	-0,0738	0,8085	1,3156	1,7598	2,2899	2,607
0,2000	-0,0971	0,7926	1,3200	1,7911	2,3640	2,7716
0,2500	-0,1194	0,7746	1,3209	1,8183	2,4318	2,8905
0,3000	-0,1406	0,7647	1,3183	1,8414	2,5015	2,9866
0,3500	-0,1604	0,7333	1,3126	1,8602	2,5638	3,0890
0,4000	-0,1788	0,7100	1,3037	1,8746	2,6212	3,1870
0,4500	-0,1957	0,6870	1,2920	1,8848	2,6731	3,2799
0,5000	-0,2111	0,6626	1,2778	1,8909	2,7202	3,3673
0,5500	-0,2251	0,6379	1,2613	1,8931	2,7613	3,4488
0,6000	-0,2375	0,6129	1,2428	1,8915	2,7971	3,5211
0,6500	-0,2185	0,5879	1,2226	1,8866	2,8279	3,5930
0,7000	-0,2582	0,5631	1,2011	1,8786	2,8532	3,6663
0,7500	-0,2667	0,5387	1,1784	1,8677	2,8735	3,7118
0,8000	-0,2739	0,5118	1,1548	1,8543	2,8891	3,7617
0,8500	-0,2801	0,4914	1,1306	1,8388	2,9002	3,8056
0,9000	-0,2852	0,4686	1,1060	1,8212	2,9071	3,8137
0,9500	-0,2895	0,4466	1,0810	1,8021	2,9103	3,8762
1,0000	-0,2929	0,4254	1,0560	1,7815	2,9098	3,9035

(Sumber : Soemarto, 1999)

2.4.4.3 Uji Kecocokan Distribusi

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fittest test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat dilakukan untuk menguji apakah jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data, yaitu *Smirnov kolmogorov* dan Uji *Chi-Kuadrat*.

1. Uji *Smirnov Kolmogorov*

Uji kecocokan *smirnov kolmogorov* juga disebut uji kecocokan non parametrik karena pengujiannya tidak memakai fungsi distribusi tertentu, namun dengan mengamati kurva dan bagaimana data pada kertas probabilitas. Dari gambar dapat diketahui jarak penyimpanan tiap titik data terhadap kurva. Jarak penyimpanan terbesar merupakan nilai Δ kritik, maka jenis distribusi yang dipilih dapat digunakan seperti yang dijelaskan pada tabel 2.10

Tabel 2. 10 Nilai Δ kritik Uji *Smirnov Kolmogorov*

N	A			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n > 50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$

(Sumber : Triatmodjo, 2010)

2. Uji *Chi-Kuadrat*

Pengujian di laksanakan dengan cara menggambarkan data pada kertas peluang dan menentukan apakah data tersebut merupakan garis lurus, atau dengan membandingkan kurva frekuensi dari data pengamatan terhadap kurva frekuensi. Uji *Chi-Kuadrat* menggunakan nilai X^2 yang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$X^2 = \sum_{i=0}^N \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

X^2 = Nilai *Chi-Kuadrat* terhitung

E_f = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

O_f = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

N = Jumlah sub kelompok dalam satu grup

Nilai X^2 yang diperoleh harus lebih kecil dari nilai X_{α}^2 (*Chi-Kuadrat* Kritik), untuk satu derajat nyata tertentu, yang sering diambil 5%

$$DK = K - (\alpha + 1) \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana :

DK = Derajat kebebasan

K = Banyak Kelas

α = Banyak keterikatan (parameter), Untuk Uji *Chi-Kuadrat*

2.4 Metode Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan dalam satuan waktu, umpamanya mm/jam untuk curah hujan jangka pendek dan besarnya intensitas curah hujan tergantung pada lamanya curah hujan. Sifat umum hujan apabila semakin lama hujan terjadi maka semakin kecil intensitasnya suatu curah hujanya dan jika semakin besar hujan periode ulang curah hujan maka semakin besar pula intensitas suatu curah hujan, untuk menentukan intensitas curah hujan dan lamanya hujan dapat di lakukan rumus sebagai berikut :

1. Rumus Mononobe

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

tc = Lamanya curah hujan (menit) untuk rumus mononobe dalam (jam)

$R24$ = Curah hujan yang mungkin terjadi berdasarkan masa ulang tertentu (curah hujan maximum dalam 24 jam/mm)

Waktu konsentrasi merupakan waktu yang dibutuhkan air air hujan mengalir dari titik terjauh sampai tempat keluaran. Diasumsikan bahwa durasi atau lama waktu turun hujan sama dengan waktu konsentrasi. Rumus waktu konsentrasi tersebut dapat ditulis sebagai berikut :

$$tc = \left(\frac{0,87 \times l^2}{1000 \times so} \right)^{0,385} \dots\dots\dots (2.17)$$

Tc = waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang Saluran dari titik terjauh sampai titik yang di tinjau (km)

So = kemiringan dasar saluran

2.5 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum rencana di sungai atau saluran alamiah dengan periode tertentu yang dapat dialirkan tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan stabilitas sungai. Metode untuk memperkirakan puncak yang umum di pakai adalah Metode Rasional USSCS (1973). Model ini merupakan model kotak hitam (Suripin, 2004) dan saat ini masih di gunakan di indonesia dengan menurunkan hujan menjadi aliran permukaan (Suharini, dkk., 2010). Pada tabel 2.11 dan tabel 2.12, dijelaskan mengenai koefisien *Runoff* dan kala ulang berdasarkan tipologi kota.

1. Metode Rasional

$$QR = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana:

QR = Debit aliran permukaan (m³/detik)

C = Koefisien *Runoff*

I = Intensitas Curah hujan (mm/jam)

A = Luas DAS (ha)

Tabel 2. 11 Koefisien Runoff

Diskripsi lahan / karakter permukaan	Koefisien aliran , C
Business	
Perkotaan	0,70 – 0,95
Pinggirin	0,50 – 0,70
Perumahan	
Rumah tunggal	0,30 – 0,50
Multiunit, terpisah	0,40 – 0,60
Multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
Perkampungan	0,25 – 0,40
Apartemen	0,50 – 0,70
Industri	
Ringan	0,50 – 0,80
Berat	0,60 – 0,90
Perkerasan	
Aspal dan beton	0,70 – 0,95
Batu bata, paving	0,50 – 0,70
Atap	0,75 – 0,95
Halaman, tanah berpasir	
Datar, 2%	0,05 – 0,10
Rata-rata, 2-7%	0,10 – 0,15
Curam, 7%	0,15 – 0,20
Halaman, tanah berat	
Datar, 2%	0,13 – 0,17
Rata-rata, 2-7%	0,18 – 0,22
Curam, 7%	0,25 – 0,35
Halaman kereta api	0,10 – 0,35
Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
Taman, perkuburan	0,10 – 0,25
Hutan	
Datar, 0-5%	0,10 – 0,40
Bergelombang, 5-10%	0,25 – 0,50
Berbukit, 10-30%	0,30 – 0,60

(Sumber : Suripin, 2004)

Namun menurut Triatmodjo (2010), metode rasional lebih cocok dan valid untuk memperkirakan debit puncak yang timbulkan oleh hujan deras pada daerah tangkapan air Daerah Aliran Sungai kecil, dimana ponce (1989) berpendapat bahwa Daerah Aliran Sungai kecil adalah yang mempunyai ukuran kurang dari 24 km². Kala ulang harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Kala ulang yang di pakai berdasarkan luas daerah pengairan saluran dan jenis kota yang akan di rencanakan sistem drainasenya. Seperti dalam tabel (2.12).
2. Untuk bangunan pelengkap dipakai kala ulang yang sama dengan sistem saluran dimana bangunan pelengkap ini berada di tambah 10% debit saluran.
3. Perhitungan curah hujan berdasarkan data hidrologi minimal 10 tahun terakhir (mengacu pada tata cara analisis curah hujan drainase perkotaan)

Tabel 2.12 Kala Ulang Berdasarkan Topologi Kota

TOPOLOGI KOTA	DAERAH TANGKAPAN AIR (Ha)			
	< 10	10 – 100	101-500	>500
Kota Metropolitan	2 Th	2-5 Th	5 – 10 Th	10 – 25 Th
Kota Besar	2 Th	2 -5 Th	2 - 5 Th	5 -20 Th
Kota sedang	2 Th	2 -5 Th	2- 5 Th	5 -10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 5 th	2 Th	2 -5 Th

(Sumber : Permen PU No 12 tahun, 2014)



BAB III METODOLOGI

3.1 Metode Persiapan

Metode persiapan merupakan tahapan awal sebelum memulai mengumpulkan data dan kemudian mengolahnya. Adapun beberapa tahapan ini sebagai berikut :

1. *Survey* ke lokasi untuk mendapatkan gambaran umum mengenai tempat dan bentuk alat curah hujan distasiun terdekat Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Menentukan sungai yang sering banjir disekitar Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Studi pustaka perihal analisa hidrologi sugai sringin
4. Mengumpulkan kebutuhan data-data yang diperlukan untuk menganalisa intensitas curah hujan bulanan maksimum.
5. Menghitung debit rencana dengan periode ulang tahun.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pada proses penelitian analisa intensitas curah hujan disekitar wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang menggunakan metode pengumpulan data, data sekunder yang mana terkait dengan intensitas curah hujan di Kota Semarang, dengan perkiraan yang di dapat dalam literatur.

- Peta Topografi
- Data Curah Hujan
- Peta Lokasi

3.3 Metode Analisa Data

Dalam proses perencanaan dan perawatan di sekitar Universitas Islam Sultan Agung Semarang, diperlukan analisa intensitas curah hujan dan dapat menentukan debit banjir rencana periode kala ulang tahun, maka diperlukan data atau informasi, teori, konsep dan dasar dari penelitian tersebut.

Adapun metode data pada tugas akhir ini dilakukan dengan cara metode studi literatur yaitu metode utama yang digunakan untuk mengumpulkan data dengan cara mengumpulkan, kemudian mengolah serta mengidentifikasi data dari hasil penelitian tersebut. Data-data yang digunakan dalam perencanaan dan

perancangan diperoleh dari BMKG Semarang dan PUSDATARU provinsi Jawa Tengah sebagai berikut :

a. Data Curah Hujan

Data Intensitas curah hujan di stasiun yang relatif dekat di wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Langkah berikutnya mencari intensitas curah hujan rencana dengan analisa frekuensi dan probabilitas untuk mengetahui debit banjir rencana menggunakan metode yang ada.

b. Peta Topografi

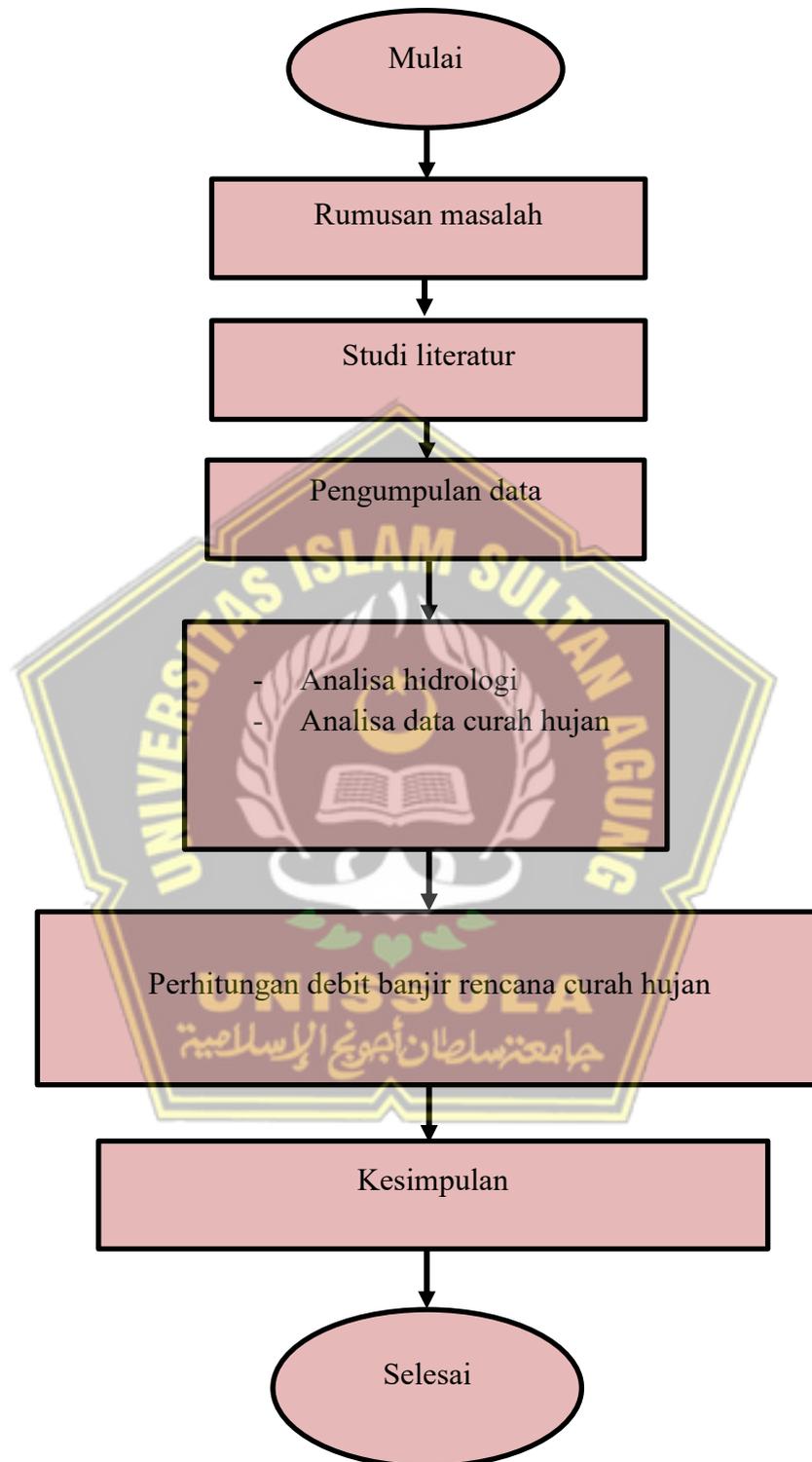
Berupa lembar peta yang menggambarkan relief permukaan bumi berdasarkan perbedaan tinggi rendahnya permukaan bumi. Peta yang dianalisa adalah wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

c. Analisa Data Curah Hujan

Pada penelitian ini menggunakan metode *polygon thiessen*, membuat peta dengan Aplikasi ArcGis untuk menghubungkan titik-titik tempat stasiun terdekat menjadi segitiga. Data curah hujan yang didapat adalah dari stasiun curah hujan Karangroto, stasiun curah hujan Tlogosari dan stasiun curah hujan Pucanggading. Kemudian dihitung curah hujan rata-rata berdasarkan beberapa distribusi yaitu *gumbel* dan *log-person III*.

Analisa frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data terjadinya yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang telah lalu. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak di gunakan dalam bidang hidrologi yaitu distribusi *gumbel*, distribusi normal, distribusi *log-person III*, dan distribusi *log normal* pemilihan distribusi menggunakan parameter statistik maka dapat menentukan metode distribusi setelah proses pengujian kecocokan (*the good of fittest text*), kemudian Untuk menghitung curah hujan rencana dilakukan dalam kurun waktu yang panjang selama 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 dalam waktu tersebut diyakini semua variasi nilai ekstrem yang ada, telah mencakup seluruhnya. Hasil peramalan tersebut kemudian dianalisa lebih lanjut untuk memperoleh hasil data hidrologi dalam perencanaan.

3.4 Diagram Alir Pikir Penelitian



BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang asal dan perjalanan air di permukaan bumi. Hidrologi dipelajari untuk memecahkan masalah-masalah yang berhubungan dengan air seperti pengendali banjir, manajemen air, dan perencanaan bangunan air. Hidrologi biasanya lebih di peruntukan untuk masalah-masalah air didaratan. Artinya hidrologi harus dilakukan secara teliti mengingat ketidak pastiannya. Air hujan tidak dapat diprediksi secara pasti seberapa besar hujan yang akan terjadi pada suatu periode waktu tertentu. (Triatmodjo, 2013)

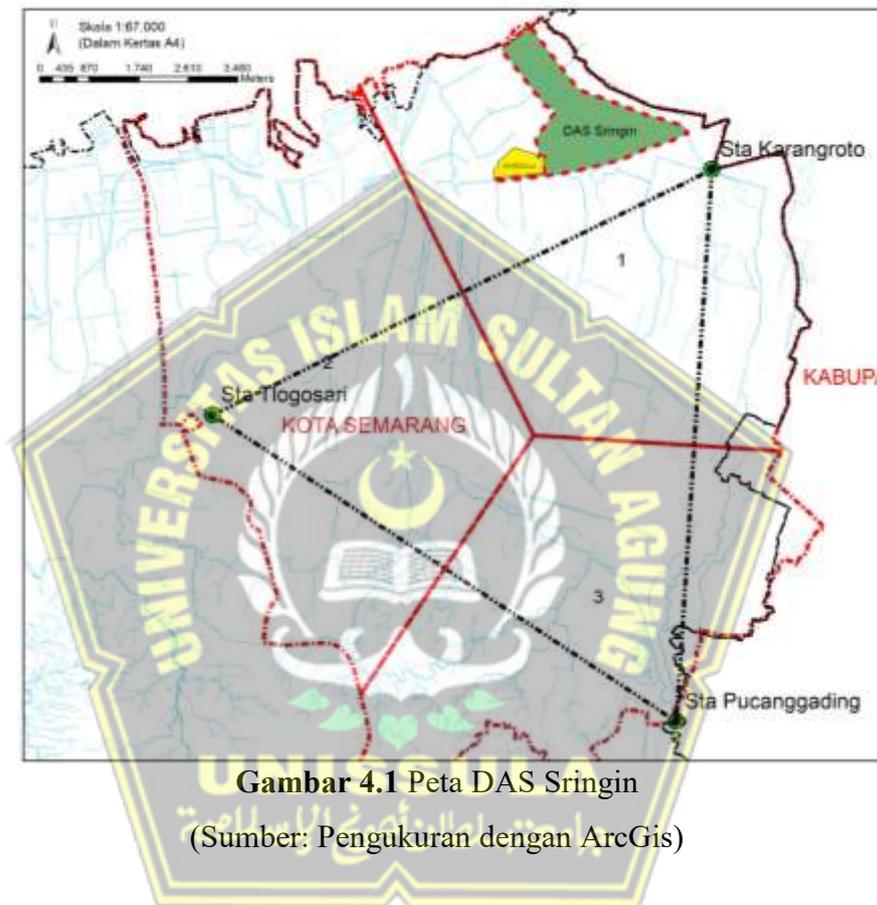
Analisa hidrologi digunakan untuk mengetahui karakteristik hidrologi seperti besarnya curah hujan, temperatur, penguapan, lama penyinaran matahari dan kecepatan angin di Daerah Aliran Sungai (DAS). Dasar dari analisa data curah hujan ini adalah untuk menghasilkan data curah hujan pada wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Untuk analisa debit Banjir rencana data curah hujan bulanan dari beberapa stasiun curah hujan Daerah Aliran Sungai (DAS) Sringin tepatnya di stasiun curah hujan Karangroto, stasiun hujan Tlogosari dan Stasiun Pucanggading dimana stasiun curah hujan tersebut relatif dekat dari wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Setelah analisa hidrologi untuk merencanakan bangunan air, pada pembahasan mengenai debit banjir rencana sudah jelaskan seperti pada bab II bahwa debit banjir rencana dari proses intensitas curah hujan untuk menghasilkan data hujan adapun tahap untuk analisa debit banjir rencana adalah sebagai berikut:

1. Menetapkan Daerah Aliran Sungai (DAS).
2. Menetapkan luas Pengaruh daerah stasiun-stasiun penakar hujan.
3. Menetapkan curah hujan maksimum tiap tahunnya dari data curah hujan.
4. Mengalisa curah hujan rencana dengan periode ulang T tahun.
5. Menghitung debit banjir rencana.

4.2 Penentuan Daerah Aliran Sungai

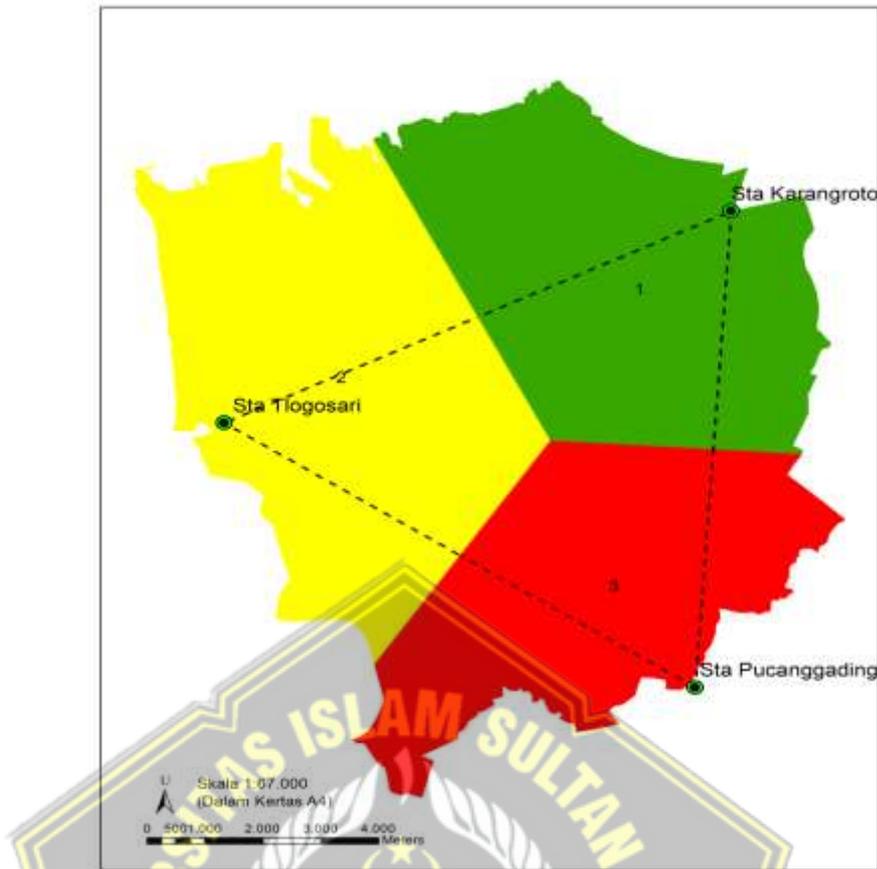
Penentuan Daerah Aliran Sungai (DAS) dilakukan berdasarkan peta topografi kota Semarang skala 1: 67.000, Daerah Aliran Sungai (DAS) Sringin merupakan satu wilayah Universitas Islam Sultan Agung berdasarkan peta tersebut mempunyai luasan 4,52 km² penentuan luasan DAS sungai Sringin dengan menggunakan aplikasi ArcGis.



Gambar 4.1 Peta DAS Sringin
(Sumber: Pengukuran dengan ArcGis)

4.2.1 Hujan wilayah

Jika titik-titik wilayah pengamatan di dalam daerah itu tidak menyebar merata, maka cara perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan curah hujan daerah pengaruh tiap titik stasiun curah hujan dengan menggunakan metode *polygon thiessen*, setelah itu dilakukan perhitungan curah hujan *polygon thiessen* berdasarkan luas wilayah pengaruh tiga stasiun curah hujan yaitu stasiun curah hujan Karangroto, stasiun curah hujan Tlogosari dan stasiun curah hujan Pucanggading bisa di lihat pada dan tabel 4.1 dan Gambar 4.2



Gambar 4.2 *Polygon Thiessen*
 (Sumber: Pengukuran dengan ArcGis)

Tabel 4.1 Perbandingan luasan yang mempengaruhi stasiun curah hujan

No	Nama Staisun	Luasan (Km ²)	Bobot (%)
1.	Karangroto	38,122	33,36
2.	Tlogosari	44,607	39,04
3.	Pucanggading	31,522	27,59
Jumlah		114	100

(Sumber : Pengukuran dengan ArcGis)

4.2.2 Tahapan Pembuatan Peta Dengan Metode *Polygon Thiessen*

Tahapan pembuatan peta dengan metode polygon thiessen digunakan aplikasi ArcGis untuk menghitung presentase bobot dari masing-masing luasan wilayah.

Menghitung curah hujan merata dan daerah luasan yang berpengaruh dari Universitas Islam Sultan Agung Semarang, dengan tahapan sebagai berikut:

1. titik koordinat stasiun curah hujan.
2. Menghubungkan titik tempat stasiun terdekat berada pada peta membentuk segitiga.
3. Menarik Garis lurus antara dua stasiun (garis 1) dibagi menjadi dua bagian sama panjang, setelah mendapatkan titik tengah antara kedua stasiun.
4. Dari pos hujan tersebut kemudian di tarik tegak lurus dari garis yang menghubungkan dua pos hujan.
5. Selanjutnya menggunakan bantuan apk. Arcgis sehingga dapat diketahui luas antar wilayah curah hujan.
6. Kemudian menghitung curah hujan rata-rata dengan rumus polygon thiessen.

4.2.3 Data curah hujan

Data curah hujan yang di pakai yaitu data curah hujan selama 10 tahun terakhir, yakni dari tahun 2012 sampai tahun 2021. Hasil olah data curah hujan dari BMKG dan PUSDATARU Provinsi Jawa Tengah diambil data hujan dari tiga stasiun curah hujan terdekat di Universitas Islam Sultan Agung Semarang yaitu di stasiun stasiun hujan Karangroto, stasiun hujan Tlogosari, dan stasiun hujan Pucanggading bisa di lihat tabel di bawah ini.

Tabel 4. 2 Curah Hujan Bulanan Maksimum Stasiun Karangroto

Tahun	Bulan												Jumlah
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES	
2012	407	445	259	120	122	51	16	0	8	164	358	192	2.142
2013	481	379	105	209	96	279	135	9	86	152	271	356	2.558
2014	944	327	306	110	103	160	61	41	0	97	199	305	2.653
2015	209	235	224	296	57	0	0	3	0	24	160	227	1.435
2016	281	422	109	240	120	107	140	33	364	295	351	286	2.748
2017	283	398	211	132	105	69	29	5	103	360	446	185	2.326
2018	334	700	199	229	36	55	10	0	4	22	252	399	2.240
2019	332	141	180	450	147	0	5	0	33	0	59	243	1.590
2020	421	328	282	187	140	23	0	0	219	86	264	365	2.315
2021	0	0	0	0	101	202	10	168	226	122	304	221	1.354

(Sumber : Olah Data BMKG dan PUSDATARU)

Tabel 4.3 Curah Hujan Bulanan Maksimum Stasiun Tlogosari

Tahun	Bulan												Jumlah
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES	
2012	403	448	257	124	129	54	14	0	7	157	347	212	2.152
2013	471	363	126	200	103	286	137	11	79	141	268	343	2.528
2014	897	320	295	109	103	159	71	43	0	93	214	299	2.603
2015	218	241	232	292	56	0	0	3	0	22	168	212	1.444
2016	262	406	90	256	69	81	115	32	332	284	340	280	2.547
2017	273	179	410	196	169	91	22	0	130	277	426	192	2.365
2018	203	554	175	163	36	30	3	0	11	112	297	430	2.014
2019	249	178	298	380	128	0	9	2	30	6	60	258	1.598
2020	271	302	207	185	150	27	103	70	172	146	310	215	2.158
2021	371	712	123	215	125	209	0	165	184	152	255	284	2.795

(Sumber : Olah Data BMKG dan PUSDATARU)

Tabel 4.4 Curah Hujan Bulanan Maksimum Stasiun Pucanggading

Tahun	Bulan												Jumlah
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES	
2012	354	457	259	160	185	85	0	0	0	97	245	375	2.217
2013	364	205	306	115	162	334	156	32	22	45	238	214	2.193
2014	450	240	185	94	99	140	159	58	0	50	340	240	2.055
2015	291	287	298	247	48	4	0	0	0	6	228	69	1.478
2016	268	383	80	335	48	84	132	36	268	273	315	274	2.496
2017	145	366	244	179	111	50	29	0	111	316	442	225	2.218
2018	190	441	117	60	32	19	4	0	29	44	128	295	1.359
2019	329	0	160	333	152	0	8	0	6	7	61	137	1.193
2020	238	300	236	374	249	5	54	9	70	178	312	328	2.353
2021	541	544	187	195	243	183	24	96	140	211	297	417	3.078

(Sumber : Olah Data BMKG dan PUSDATARU)

4.2.4 Data Curah Hujan Bulanan *Maximum*

Data curah hujan bulanan *maximum* di wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang diambil dari tiga stasiun curah hujan yaitu stasiun curah hujan Karangroto, stasiun curah hujan Tlogosari, dan stasiun curah hujan Pucanggading dapat dilihat tabel 4.5 sesuai data tabel 4.2 - 4.3 di ambil curah hujan terbesar pada setiap bulanya.

Tabel 4. 5 Data Curah Hujan Bulanan Maksimum

No.	Tahun	Sta. Karangroto	Sta. Tlogosari	Sta. Pucanggading
1.	2012	445	448	457
2.	2013	481	471	364
3.	2014	944	897	450
4.	2015	296	292	298
5.	2016	422	406	383
6.	2017	444	426	442
7.	2018	701	554	441
8.	2019	346	380	333
9.	2020	421	310	374
10.	2021	309	712	544

(Sumber : Olah Data BMKG dan PUSDATARU)

4.2.5 Perhitungan Curah Hujan dengan Metode *Polygon Thiessen*

Metode *polygon thiessen* digunakan untuk menentukan bobot dari tiap stasiun curah hujan mewakili luasan wilayah dan menghitung rata-rata wilayah, curah hujan rerata di peroleh dengan cara di jumlahkan pada tiap stasiun curah hujan yang mempunyai luasan daerah pengaruh bisa di lihat tabel 4.1. Untuk perhitungan dengan cara *polygon thiessen* menggunakan persamaan dibawah ini:

$$R = \frac{A1.R1+A2.R2+A3.R3}{A_{total}} \dots\dots\dots (4.1)$$

Dimana :

R = Tinggi curah hujan rata-rata daerah

R1, R2, R3, = Tinggi Curah Hujan Stasiun Curah Hujan 1, 2, 3,n

A1, A2, A3, = Luas Daerah Pengaruh Stasiun Curah Hujan 1, 2, 3,n

Hasil perhitungan curah hujan bulanan *maximum* rata-rata dengan metode polygon thiessen pada Tabel 4.6 berdasarkan tabel 4.5

Tabel 4.6 Perhitungan dengan Metode *Polygon Thiessen*

No.	Tahun	Sta.Karangroto		Sta.Tlogosari		Sta.Pucanggading		Hujan Rerata Daerah (mm)
		Luas (Km ²)						
		A1 =38,12 Km ²		A2 =44,607 Km ²		A3 = 31,522 Km ²		
		R1	R1*A1	R2	R2*A2	R3	R3*A3	
1.	2012	445	16.964,29	448	19.983,93	457	14.405,55	449,48
2.	2013	481	18.336,68	471	21.009,89	364	11.474,00	444,81
3.	2014	944	35.987,16	897	40.012,47	450	14.184,9	789,35
4.	2015	296	11.284,11	292	13.025,24	298	9.393,55	294,99
5.	2016	422	16.087,48	406	18.110,44	383	12.072,92	404,99
6.	2017	444	16.926,16	426	19.002,58	442	13.932,72	436,42
7.	2018	701	26.723,52	554	24.712,27	441	13.901,20	571,87
8.	2019	346	13.190,21	380	16.950,66	333	10.496,82	355,68
9.	2020	421	16.049,36	310	13.828,17	374	11.789,22	364,69
10.	2021	304	11.589,08	712	31.760,18	544	17.147,96	529,51
		Jumlah						4.641,33
		Rerata						464,633

(Sumber : Hasil hitungan Data)

4.2.6 Perhitungan Frekuensi dan Probabilitas

Data curah hujan sangat dibutuhkan dalam analisa hidrologi terutama untuk menghitung curah hujan rencana, Hal ini karena terbatasnya data hidrologi. Analisa intensitas curah hujan digunakan untuk menghitung curah hujan rencana tahunan. Ada beberapa metode yang dapat di gunakan dalam perhitungan curah hujan rencana adalah sebagai berikut:

1. Metode *Gumbel*
2. Metode *Log-Person III*

Untuk metode mendapatkan metode yang digunakan maka terlebih dahulu di cari beberapa faktor yang dari data-data yang ada sebagai persyaratan penggunaan metode distribusi. Faktor-faktor tersebut menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

1. Standar Deviasi (SD)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Xi-\bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (4.2)$$

Dimana :

Sd = Standar deviasi dari sampel curah hujan

X = Nilai rerata curah hujan

$\sum xi$ = Jumlah nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i

n = jumlah data curah hujan

2. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots (4.3)$$

Dimana :

Cv = Koefisien variasi (*coefficient of variation*)

Sd = Standar deviasi dari sampel curah hujan

X = Nilai rerata curah hujan

3. Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (Xi-\bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots (4.4)$$

Xi = curah hujan harian maksimum (mm)

\bar{X} = tinggi hujan harian maksimum rerata selama T tahun (mm)

n = jumlah tahunan pencatatan data hujan

Cv = koefisien variasi

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (Xi-\bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \dots\dots\dots (4.5)$$

Jenis distribusi akan diputuskan menggunakan empat parameter statistik. Setiap distribusi memiliki sifat yang khas, sehingga data hidrologi harus diperiksa untuk uji kesesuaian dengan sifat statistik masing-masing distribusi. Pilihan distribusi yang buruk dapat menyebabkan estimasi besar. Akibatnya, tidak disarankan untuk menganalisis salah satu distribusi secara acak tanpa terlebih dahulu mengevaluasi data tentang curah hujan yang sangat di anjurkan. Tabel 4.7 merupakan tabel pemilihan distribusi.

Tabel 4. 7 Pedoman Pemilihan Distribusi

No	Jenis Distribusi	Syarat
1.	Normal	$C_s \approx 0$
		$C_k \approx 3$
2.	Gumbel	$C_s \approx 1,137$
		$C_k \approx 5,402$
3.	Log Normal	$C_s \approx 1,137$
		$C_k \approx 5,383$
4.	Log-Person III	$C_s \neq 0$
		$C_v \approx 0,3$

(Sumber : Sri Harto, 1993)

Tabel 4. 8 Perhitungan Distribusi Hujan dengan Metode Gumbel

No	Tahun	X_i	X	(X_i-X)	$(X_i-X)^2$	$(X_i-X)^3$	$(X_i-X)^4$
1.	2014	789	464	326	105.950	34.486.806	11.225.455.475
2.	2018	571	464	108	11.556	1.242.297	133.546.914
3.	2021	529	464	66	4.290	281.011	18.406.245
4.	2013	449	464	-15	210	-3.049	44.205
5.	2012	444	464	-20	380	-7.415	144.590
6.	2017	436	464	-28	756	-20.797	571.914
7.	2016	404	464	-60	3.540	-210.645	12.533.370
8.	2019	364	464	-100	9.900	-985.075	98.014.950
9.	2020	355	464	-109	11.772	-1.277.289	138.585.870
10	2015	294	464	-154	23.716	-3.652.264	562.448.656
Jumlah		4.671	4.635	16	172.072	29.853.581	12.189.752.190

(Sumber : Hasil hitungan Data)

- Perhitungan standar deviasi (Sd)

$$Sd = \frac{\sqrt{\sum(x_i-x)^2}}{n-1}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{172.072}{10-1}}$$

$$Sd = 138$$

- Perhitungan Koefisien *Skewness*(Cs)

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (xi-X)^3}{(n-1)(n-2)(s^3)}$$

$$Cs = \frac{29.853.581}{9 \times 8 \times (138)^3}$$

$$Cs = 7,015$$

- Perhitungan Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (xi-x)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(s)^4}$$

$$Ck = \frac{10^2 \times 12.189.752,190}{9 \times 8 \times 7(138)^4}$$

$$Ck = 2,772$$

Tabel 4. 9 Perhitungan Distribusi Hujan Menggunakan Metode *Log-
Person III*

No	Tahun	Xi	Log Xi	(Log Xi- X _{rerata})	(Log Xi- X _{rerata}) ²	(Log Xi- X _{rerata}) ³	(Log Xi- X _{rerata}) ⁴
1.	2014	789	2,897	0,247	0,061	0,015	0,004
2.	2018	571	2,757	0,106	0,011	0,001	0,000
3.	2021	529	2,723	0,073	0,005	0,0004	0,000
4.	2013	449	2,652	0,002	4,048	8,145	1,638
5.	2012	444	2,647	-0,003	8,130	-2,318	6,609
6.	2017	436	2,639	-0,011	0,000116	-1,241	0,0000
7.	2016	404	2,606	-0,044	0,00192	-0,00008	0,0000
8.	2019	364	2,561	-0,089	0,00794	-0,00071	0,0001
9.	2020	355	2,550	-0,100	0,01000	-0,00100	0,000
10	201	294	2,468	-0,182	0,033	-0,00602	0,00109
Jumlah		4.671	26,50	2,22	0,033	0,0088	0,005

(Sumber : Hasil hitungan Data)

- Perhitungan standar deviasi Log Xi

$$S_d \text{ Log } x = \sqrt{\frac{\sum (\log xi - \log x \text{ rereta})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,033}{10-1}}$$

$$= 0,121$$

- Perhitungan Koefisien *Skewness*

$$Cs = \sum_i^n 1 \left(\frac{\log xi - \log xrerata}{(n-1)(n-2)(s)^3} \right)^3$$

$$Cs = \frac{0,0088}{9 \times 8 \times (0,121)^2}$$

$$Cs = 0,070$$

- Perhitungan Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{sd}{\log rerata}$$

$$Cv = \frac{0,121}{2,65}$$

$$Cv = 0,045$$

Dari metode kedua tersebut, *Gumbel* mendapatkan hasil tidak memenuhi syarat distribusi dan *log-person III* mendapatkan hasil memenuhi syarat distribusi dibawah rekapitulasi hasil analisa frekuensi distribusi

Tabel 4. 10 Rekapitulasi Hasil Analisa Frekuensi

No		Hasil perhitungan		Syarat	Keterangan
1.	<i>Gumbel</i>	Cs	7,01	$Cs \approx 1,139$	Tidak memenuhi
		Ck	2,77	$Ck \approx 5,402$	Tidak Memenuhi
2.	<i>Log-Person III</i>	Cs	0,070	$Cs \neq 0$	Memenuhi
		Cv	0,045	$Ck \approx 0,3$	Memenuhi

(Sumber : Hasil hitungan Data)

4.2.7 Perhitungan Curah Hujan Rencana metode *Gumbel* dan *Log Person III*

III

Curah hujan rencana merupakan perkiraan jumlah hujan bulanan maximum yang akan jatuh dalam kala ulang tertentu. Berikut ini merupakan hasil rekapilasi hasil perhitungan distribusi curah hujan menggunakan metode *Gumbel* dan *Log Person III* yang di tentukan menggunakan rumus empiris saat ini.

Perhitungan distribusi curah hujan rencana menggunakan metode *Gumbel* pada tabel 4.4 berdasarkan perhitungan pada tabel 4.7 dan distribusi *log-person III* dapat dilihat 4.8 sesuai perhitungan pada tabel 4.5 untuk rekapitulasi hasil perhitungan distribusi curah hujan rencana terdapat pada Tabel 4.13 menggunakan rumus persamaan.

a. Hitungan hujan rencana periode ulang

$$X_t = X_{rt} + s.k \quad \dots\dots\dots (4.6)$$

Dimana

X_i = Hujan rancangan dengan periode ulang T tahun (mm)

X_{rt} = Nilai tengah sampel (mm)

S = Standar deviasi sampel

K = Faktor frekuensi

b. Faktor frekuensi K didapat dengan menggunakan rumus

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \quad \dots\dots\dots (4.7)$$

Dimana

K = Faktor frekuensi

Y_n = Harga rata-rata Reduced Mean

S_n = Reduced Standar Deviation

Y_{tr} = Reduced Variate

c. Rumus *log-person III*

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X_{rerata} + K.Sd \quad \dots\dots\dots (4.8)$$

Dimana

X_t = Curah hujan periode ulang T tahun

K = nilai yang didapat berdasarkan C_s di tabel distribusi *log-person III*

Sd = Standar Deviasi

Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Rencana dengan Metode Gumbel

Tahun	YN	SN	YT	K	S	X	Xt (mm/bulan)
2	0,4592	0,9496	0,3665	-0,1171	138	464	447,312
5	0,4592	0,9496	1,5004	1,01683	138	464	604,099
10	0,4592	0,9496	2,251	1,76743	138	464	707,886
25	0,4592	0,9496	3	2,71573	138	464	839,009
50	0,4592	0,9496	3,9028	3,41923	138	464	936,283
100	0,4592	0,9496	4,6012	4,11763	138	464	1.032,853

(Sumber : Hasil hitungan Data)

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Distribusi Curah Hujan Rencana Metode *Log-Person III*

T	P (%)	Cs	K	Log x	Sd Log xi	X (mm)
2	50	0,070	-0,017	2,648	0,121	444,631
5	20	0,070	0,836	2,751	0,121	562,341
10	10	0,070	1,292	2,806	0,121	630,263
25	5	0,070	1,785	2,865	0,121	724,435
50	4	0,070	2,107	2,904	0,121	801,678
100	1	0,070	2,400	2,939	0,121	868,96

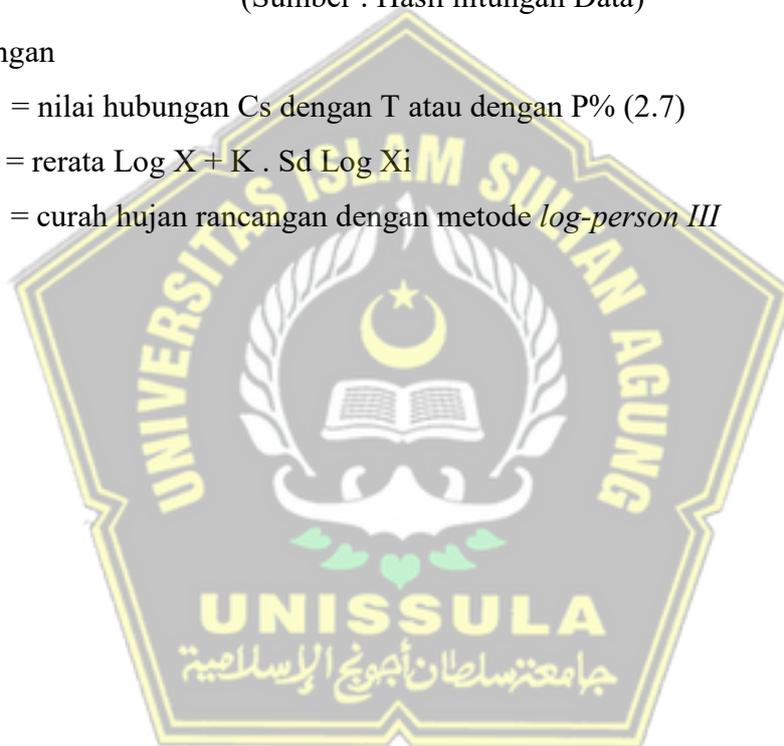
(Sumber : Hasil hitungan Data)

Keterangan

K = nilai hubungan Cs dengan T atau dengan P% (2.7)

Log X = rerata Log X + K . Sd Log Xi

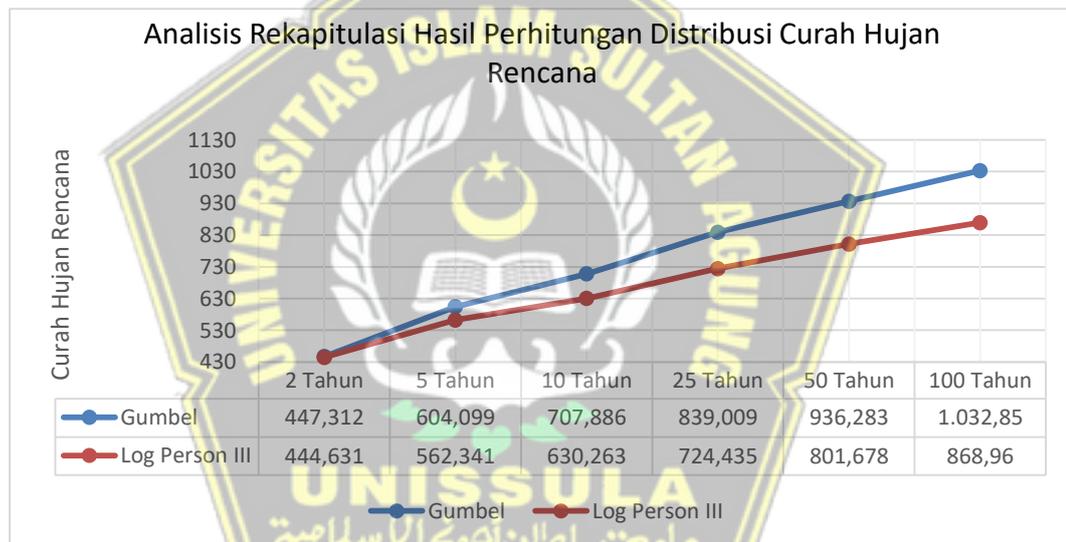
X = curah hujan rancangan dengan metode *log-person III*



Tabel 4.13 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

No	Kala Ulang	Pola Distribusi	
		Gumbel	Log Person III
	(Tahun)	(mm)	(mm)
1.	2	447,312	444,631
2.	5	604,099	562,341
3.	10	707,886	630,263
4.	25	839,009	724,435
5.	50	936,283	801,678
6.	100	1.032,853	868,960

(Sumber : Hasil hitungan Data)



Gambar 4.3 Kurva Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana

(Sumber : Hasil hitungan Data)

4.2.8 Perhitungan Uji *Chi-Kuadrat* dan Uji *Smirnov Kolmogorov*

1. Uji Kecocokan *Chi-Kuadrat*

a. Perhitungan Uji *Chi-Square* distribusi *Gumbel*

Pembagian kelas

$$N = 10$$

$$\text{Kelas} = 1 + 3,322 \log N$$

$$= 1 + 3,322 \log 10$$

$$= 4,3220 \rightarrow 4 \text{ kelas}$$

Peluang batas kelas

$$P = 1/ \text{kelas}$$

$$P = 1/ 4$$

$$P = 0,25 \rightarrow 25\%$$

Besar peluang dan batas nilai kelas distribusi

$$Y_t = - \ln \left(- \ln \frac{\frac{100}{p\%} - 1}{\frac{100}{p\%}} \right)$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$X = X + (K \cdot S)$$

Tabel 4.14 Besar Peluang dan Batas Nilai Kelas Distribusi *Gumbel*

P (%)	Yt	Sd	Yn	Sn	K	X	X (mm)
25	1.2459	138	0,4592	0,9496	0,8284	464	578,32
50	0.3665	138	0,4592	0,9496	-0,0827	464	452,59
75	- 0.3266	138	0,4592	0,9496	-0,0976	464	450,53

(Sumber : Hasil hitungan Data)

$$\chi^2 = \sum_{i=0}^N \frac{(OF - EF)^2}{EF}$$

$$\chi^2 = \sum_{i=0}^N \frac{(2,000 - 2,500)^2}{2,500}$$

$$\chi^2 = \sum_{i=0}^N \frac{(0,25)^2}{2,500}$$

$$\chi^2 = 0,100$$

Tabel 4.15 Perhitungan Uji *Chi-Kuadrat* untuk distribusi *Gumbel*

No.	Nilai Batas Sub Kelas	Jumlah data		$(OF - EF)^2$	$(OF - EF)^2$ /EF
		OF	EF		
1.	X < 450,53	7,000	2,500	20,25	8,100
2.	450,53 < X > 452,59	0,000	2,500	6,25	2,500
3.	452,59 < X > 578,32	2,000	2,500	0,25	0,100
4.	X < X > 578,32	1,000	2,500	2,25	0,900
Jumlah		10,000	10,000	29,000	11,600

(Sumber : Hasil hitungan Data)

C2 hitung = 11,600

Of = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelas

Ef = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

P = 2 (parameter yang terikat dalam tagihan frekuensi)

DK = $K - (P + 1)$
 $= 4 - (2+1) = 1$

Untuk DK = 1 dan a = 5% → C2cr = 3,841

a = 5% (derajat kepercayaan yang sering di pakai)

karena C2 hitung < C2cr **Distribusi Frekuensi Ditolak**

b. Perhitungan uji *Chi-Kuadrat* distribusi *log-person III*

Pembagian kelas :

N = 10

Kelas = $1 + 3,322 \log N$
 $= 1 + 3,322 \log 10$
 $= 4,3220 \rightarrow 4 \text{ kelas}$

Peluang batas kelas

$P = 1 / \text{kelas}$

$P = 1/4 = 0,25 \rightarrow 25\%$

Besar peluang dan batas nilai kelas distribusi *log-person III* dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.16 Besar Peluang Distribusi *Log-Person III*

P (%)	Cs	K	Log X	X (mm)
25	0,070	2,763	2,719	563,661
50	0,070	1,785	2,688	450,528
75	0,070	-0,033	2,640	422,668

(Sumber : Hasil Perhitungan Data)

Tabel 4.17 Perhitungan Uji *Chi-kuadrat* distribusi *Log-Person III*

No.	Nilai Batas Sub Kelas	Jumlah data		$(OF - EF)^2$	$\frac{(OF - EF)^2}{EF}$
		OF	EF		
1.	X < 422,66	4,000	2,500	2,25	0,900
2.	422,68 < X > 450,52	3,000	2,500	0,25	0,100
3.	450,52 < X > 563,65	1,000	2,500	2,25	0,900
4.	X < X > 563,65	2,000	2,500	0,25	0,100
Jumlah		10,000	10,000	5,000	2,000

(Sumber : Hasil Perhitungan Data)

C2 hitung = 2,000

Of = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelas

Ef = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

Jumlah = 4

P = 2 (parameter yang terikat dalam agihan frekuensi)

DK = $K - (p+1)$

$$= 4 - (2+1)$$

Untuk DK = 1 dan a = 5% → C2cr = 3,841

a = 5% (derajat kepercayaan yang sering dipakai)

karena C2 hitung < C2cr **Distribusi Frekuensi Diterima**

2. Uji Kecocokan *Smirnov Kolmogorov*

Perhitungan Uji *Smirnov Kolmogorov* distribusi *Log-Person III*

Rerata Log Xi = 2,65

Sd Log Xi = 0.125

Cs = 0.067

$S_n(X) = \frac{m}{n+1}$

Pr = nilai terletak dengan Cs dengan T atau p%

Px (X) = 1 - Pr

D = Px (X) - Sn (X)

Tabel 4.18 Nilai D Kritis untuk Uji *Smirnov Kolmogorov*

N	A			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n > 50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$

(Sumber: Triatmodjo, 2010)

Tabel 4.19 Perhitungan Uji *Smirnov Kolmogorov Log-Person III*

No.	X	Log X	Cs	M	Sn(X)	Pr	Px(X)	D
								I Px(X)-Sn(X)
1.	789	2,897	0,070	1	0,0909	0,9583	0,0417	-0,0492
2.	571	2,757	0,070	2	0,1818	0,8612	0,1388	-0,0430
3.	529	2,723	0,070	3	0,2727	0,6642	0,3358	0,0630
4.	449	2,652	0,070	4	0,3636	0,5666	0,4334	0,0698
5.	444	2,647	0,070	5	0,4545	0,5270	0,4730	0,0184
6.	436	2,639	0,070	6	0,5455	0,5141	0,4859	-0,0595
7.	404	2,606	0,070	7	0,6364	0,3595	0,6405	0,0041
8.	364	2,561	0,070	8	0,7273	0,1964	0,8036	0,0763
9.	355	2,550	0,070	9	0,8182	0,1822	0,8178	-0,0004
10.	294	2,468	0,070	10	0,9091	0,0996	0,9004	-0,00087
							D maks	0,0763

(Sumber : Hasil hitungan Data)

$$D_{maks} = 0,0763$$

$\alpha = 5\%$ (derajat kepercayaan yang biasa di pakai)

$$D_{kritis} = 0,41$$

Karena $D_{maks} < D_{kritis}$ maka distribusi Frekuensi Diterima

Tabel 4.20 Rekapitulasi Hasil Uji *Chi-Kuadrat*

No	Metode Distribusi	C ² Hitung	C ² Kritis	Keterangan
1.	Distribusi <i>Gumbel</i>	11,600	3,8410	Tidak Memenuhi
2.	Distribusi <i>Log-Person III</i>	2,000	3,8410	Memenuhi

(Sumber : Hasil hitungan Data)

Tabel 4.21 Rekapitulasi Hasil Uji *Smirnov Kolmogorov*

No	Metode Distribusi	D _{Maks} Hitung	D _{Kritis} Kritis	Keterangan
1.	Distribusi <i>Gumbel</i>	0,6364	0,4090	Tidak Memenuhi
2.	Distribusi <i>Log-Person III</i>	0,0753	0,4090	Memenuhi

(Sumber : Hasil hitungan Data)

Berdasarkan hasil perhitungan, pada uji kecocokan *chi-kuadrat* dan uji *smirnov kolmogorov* jenis distribusi *gumbel* tidak memenuhi syarat karena nilai $C^2_{hitung} > C^2_{kritis}$. Namun pada uji *smirnov kolmogorov* jenis distribusi *log-person III* memenuhi syarat karena $D_{maks} < D_{kritis}$ sehingga berdasarkan perhitungan uji kecocokan tersebut, disimpulkan bahwa perhitungan probabilitas rerata hujan bulanan *maximum* memakai jenis distribusi *log-person III*.

4.2.9 Intensitas Curah Hujan

Untuk mencari intensitas hujan rencana digunakan rumus mononobe, menggunakan persamaan:

- Perhitungan Intensitas Curah Hujan

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3}$$

$$I = \frac{444,631}{24} \left(\frac{24}{0,203} \right)^{2/3}$$

$$I = 446,270 \text{ mm/jam}$$

- Perhitungan waktu Konsentrasi

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S_0} \right)^{0,385}$$

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times 0,178^2}{1000 \times 0,001} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 0,203 \text{ jam}$$

t_c = waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang Saluran dari titik terjauh sampai titik yang di tinjau (km)

S_0 = kemiringan dasar saluran

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = Lamanya curah hujan (menit) untuk rumus mononobe dalam (jam)

R_{24} = Curah hujan yang mungkin terjadi berdasarkan masa ulang tertentu (curah hujan maximum dalam 24 jam/mm)

Berikut Hasil dari analisa intensitas curah hujan dengan rumus mononobe pada Tabel 4.22 berdasarkan tabel 4.13

Tabel 4.22 Intensitas Hujan

Periode Kala Ulang	Intensitas Hujan
2	446,270
5	564,415
10	632,587
25	727,106
50	804,634
100	872,165

(Sumber : Hasil hitungan Data)

4.2.10 Analisa Debit Banjir Rencana

Analisa debit banjir rencana digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana pada suatu aliran sungai. Debit banjir rencana merupakan debit maksimum rencana di sungai dengan periode ulang periode tertentu di aliran tanpa membahayakan lingkungan sekitar dan stabilitas sungai. Dalam perencanaan bangunan air, salah satu parameter yang sangat penting adalah besaran debit banjir kala ulang tertentu. Metode yang digunakan untuk menghitung debit

rancangan harus disesuaikan dengan kondisi DAS yang relevan, dalam hal ini daerah dan karakteristik drainase. Seringkali bangunan air penyanggah banjir dihitung tanpa pertimbangan untuk daerah dan karakteristik drainase, yang mengarah pada kesalahan perencanaan dan desain. Kesalahan prediktif dapat mengambil bentuk *over calculate* yang berlebihan, yang menghasilkan bangunan air yang tidak terduga, atau di bawah perhitungan dan menyebabkan kerugian berbagai aspek.

Menurut Triatmodjo (2010), dalam analisa debit banjir rencana pada Daerah Aliran Sungai kecil dimana luas daerah kurang dari 25 km², dapat menggunakan metode rasional dalam perhitungannya. Namun pada analisa debit banjir maksimum pada Daerah Aliran Sungai besar lebih baik menggunakan metode hidrograf satuan banyak digunakan untuk memperdiksi debit banjir rencana karena metode ini relative sederhana, dan mudah penerapannya serta memberikan hasil cukup baik.

Pada fungsinya metode rasional banyak dipakai pada perencanaan kota. dan metode homograf satuan lebih sering dipakai untuk memperkirakan debit banjir sungai seperti DAS (Daerah Aliran Sungai) besar. Beberapa metode perhitungan homograf satuan sintensis yang sering digunakan antara lain, adalah metode *snyder*, *nakasu*, dan lain-lain. Pada tugas akhir ini menggunakan metode rasional untuk memperkirakan debit banjir rencana pada periode kala ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun.

Berikut hasil analisa perhitungan debit banjir rencana dengan metode rasional pada gambar 4.4 dan tabel 4.23 berdasarkan data pada tabel 4.22.

a. Metode Rasional

$$QR = 0,00278 \times C \times I \times A$$

Dimana :

QR = Debit aliran permukaan (m³/detik)

C = Koefisien Runoff (Tabel 2.11)

I = Intensitas Curah hujan (mm/jam) (Tabel 4.22)

A = Luas DAS (km²)

- Perhitungan Debit Banjir Rencana

$$Q_2 = 0,00278 \times 0,70 \times 446,270 \times 4,52$$

$$= 392,535 \text{ m}^3/\text{detik}$$

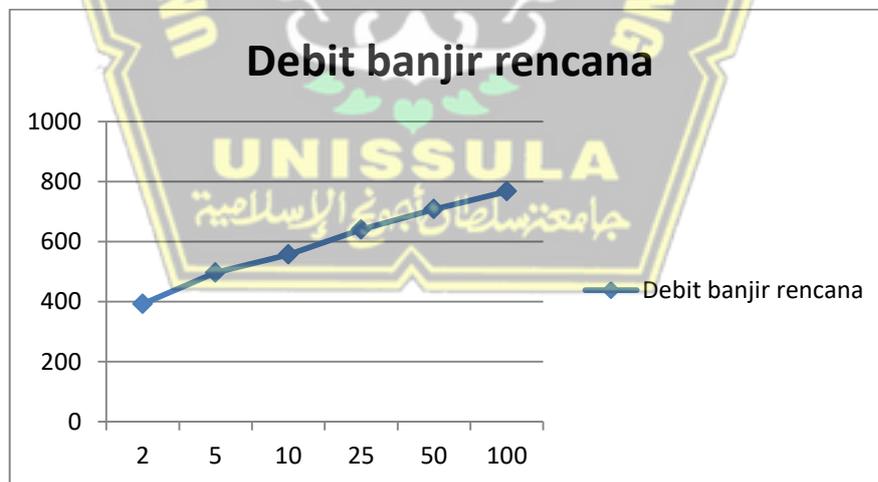
$$Q_5 = 0,00278 \times 0,70 \times 564,415 \times 4,52$$

$$= 496,454 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 4.23 Debit Banjir Rencana

Periode Kala Ulang	Debit Banjir Rencana (m ³ /detik)
2	392,535
5	496,454
10	556,418
25	632,559
50	707,749
100	767,149

(Sumber : Hasil Perhitungan Data)



Gambar 4.4 Kurva Debit Banjir Rencana

(Sumber : Hasil Perhitungan Data)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa intensitas curah hujan sebagai dasar perencanaan sistem pengendalian banjir dengan objek studi DAS (Daerah Aliran Sungai) Sringin di Jalan Raya Kaligawe Km.04 Universitas Islam Sultan Agung Semarang, maka disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan intensitas curah hujan rencana menggunakan metode mononobe berdasarkan curah hujan 10 tahun terakhir (2012-2021) adalah 2 tahun = 446,270 mm/jam, 5 tahun = 564,415 mm/jam, 10 tahun = 632,587 mm/jam, 25 tahun = 727,106 mm/jam, 50 tahun = 804,634 mm/jam dan 100 tahun = 872,165 mm/jam.
2. Hasil perhitungan debit banjir rencana berdasarkan curah hujan 10 tahun terakhir pada tahun 2012 hingga tahun 2021 di wilayah Universitas Islam Sultan Agung Semarang adalah debit banjir rencana 2 tahun = 392,535 m³/detik, debit banjir rencana 5 tahun = 496,454 m³/detik, debit banjir 10 Tahun = 556,418 m³/detik, debit banjir rencana 25 tahun = 632,559 m³/detik debit banjir 50 tahun = 707,749 m³/detik dan debit banjir 100 tahun = 767,149 m³/detik.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisa serta kajian analisa hidrologi sungai sringin maka dapat disarankan hal-hal tersebut sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan debit banjir rencana ini dapat di pergunakan sebagai sumber data perencanaan bangunan air.
2. Pada kajian ini hanya analisa hidrologi sungai sringin. Disarankan untuk menganalisa lebih lanjut hingga ke analisa hidrologi dan sedimentasi pada sungai diwilayah Sringin Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Diharapkan akan ada penelitian dan kajian lanjutan yang lebih khusus mengenai ide dan usulan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2004). *Hidrologi dan Pengendalian Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Agustin, W. (2010). *Pola Distribusi Hujan Jam-jaman di Sub DAS Keduang*, Surakarta: Skripsi Universitas Sebelas Maret.
- Fachruddin, F. (1997). *Hidrologi Rekayasa (Engineering Hydrology)*, Diklat Kuliah Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Girsang, F. (2008). *Analisa Curah Hujan Untuk Pendugaan Debit Puncak dengan Metode Rasional pada DAS Belawan kabupaten Deli Serdang*. Sumatera Utara: Skripsi Universitas Sumatera Utara.
- Iskandar, F. (2012). *Variabilitas Curah Hujan Dan Debit Sungai Di DAK Brantas*. Depok: Skripsi Universitas Indonesia.
- Linsley, R.K., Kohler, M.A., Paulhus, J.L.H., & Hermawan, Y., (1996). *Hidrologi untuk Insinyur*, Jakarta.
- Loebis, Joesron. (1987). *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Bandung.
- Seyhan, E. (1990). *Dasar-Dasar Hidrologi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Soewarno, (1995). *Hidrologi Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai*, Penerbit Nova, Bandung.
- Sosrodarsono, S. dan K.Takeda., (1984). *Analisis Hidrologi*. Gramedia, Jakarta.
- Sosrodarsono, (2003). *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT Prandya Paramita, Jakarta.
- Suripin, (2004). *Sistem Drainase Pekotaan Yang Berkelanjutan*. ANDI, Yogyakarta.
- Suharini, E. dkk. (2010). *Model Pengelolaan Banjir Berbasis Agroekologi dan Nilai Ekonomi Lahan Daerah Aliran Sungai Garang Jawa Tengah*. Artikel Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Tjasyono, B. (2004). *Klimatologi*. Bandung, Penerbit ITB.
- Bambang Triatmodjo, (2013). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. T., (2010). *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Cetakan Kedua : Beta Offset, Yogyakarta.