

**STUDI KAPASITAS DRAINASE DALAM UPAYA
PENANGGULANGAN BANJIR DENGAN PERIODE ULANG 5
TAHUN PADA KAWASAN DESA PULO ARA KECAMATAN
PEUDADA KABUPATEN BIREUEN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

MUHAMMAD AUFA SHIDQI

NIM.150702014

**Mahasiswa Sains Dan Teknologi UIN Ar-Raniry
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2021 M / 1442 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

**STUDI KAPASITAS DRAINASE DALAM UPAYA PENANGGULANGAN
BANJIR DENGAN PERIODE ULANG 5 TAHUN PADA KAWASAN DESA
PULO ARA KECAMATAN PEUDADA KABUPATEN BIREUEN**

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

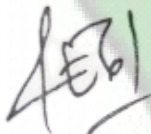
Diajukan Oleh:

**MUHAMMAD AUFA SHIDQI
(150702014)**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Banda Aceh 18 Januari 2021
Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh:

Pembimbing I,



Ir. Yeggi Darnas, S.T., M.T.
NIDN. 2020067905

Pembimbing II,



Arief Rahman S.T., M.T.
NIDN. 2010038901

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh**



Dr. Eng. Nur Aida, M.Si.
NIDN.2016067801

**STUDI KAPASITAS DRAINASE DALAM UPAYA PENANGGULANGAN
BANJIR DENGAN PERIODE ULANG 5 TAHUN PADA KAWASAN DESA
PULO ARA KECAMATAN PEUDADA KABUPATEN BIREUEN**

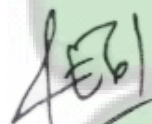
TUGAS AKHIR

**Telah diuji oleh Panitia Ujian Sidang Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan**

Pada Hari/Tanggal: Selasa, 26 Januari 2021
13 Jumadil Akhir 1442

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,



Ir. Yeggi Darnas, M.T.
NIDN. 2020067905

Sekretaris,



Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901

Penguji I,



Aulia Rohendi, M.Sc
NIDN. 2010048202

Penguji II,



Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc
NIDN. 2015118002

**Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh**



Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Aufa Shidqi
NIM : 150702014
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Studi Kapasitas Drainase dalam Upaya Penanggulangan Banjir Dengan Periode Ulang 5 Tahun pada Kawasan Desa Pulo Ara Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 26 Januari 2021

Yang Menyatakan,



Muhammad Aufa Shidqi

ABSTRAK

Nama : Muhammad Aufa Shidqi
NIM : 150702014
Program Studi : Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Studi Kapasitas Drainase dalam Upaya Penanggulangan Banjir Dengan Periode 5 Tahun pada Kawasan Desa Pulo Ara Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen
Tanggal Sidang : 26 Januari 2021
Tebal Tugas Akhir : 97
Pembimbing I : Ir. Yeggi Darnas, M.T.
Pembimbing II : Arief Rahman, M.T.
Kata Kunci : Drainase, Penanggulangan Banjir, Intensitas Curah Hujan, Dimensi Saluran

Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis yang mengakibatkan di Indonesia adanya dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Disaat terjadinya musim hujan tanpa henti maka akan terjadi tingginya intensitas curah hujan yang akan mengakibatkan banjir. Kapasitas drainase yang tidak mampu menampung intensitas hujan yang tinggi juga menjadi permasalahan pada penanggulangan banjir tersebut. Pada Perencanaan ini penulis akan mengkaji kapasitas drainase untuk periode 5 tahun kedepan upaya penanggulangan banjir pada kawasan tersebut. Hasil dari analisa kapasitas drainase yang diawali dengan analisis curah hujan periode ulang curah hujan 5 tahun menggunakan metode Normal dikarenakan telah diuji metode Chi-Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorof yaitu diperoleh 491,143 mm. Intensitas curah hujan menggunakan metode Mononobe selama 120 menit dalam Periode Ulang 5 Tahun yaitu 491.143 mm. Debit Air Hujan yang diperoleh yaitu pada Segmen I yaitu $0.181 \text{ m}^3/\text{detik}$, Segmen II yaitu $0.393 \text{ m}^3/\text{detik}$, dan Segmen III yaitu $0.393 \text{ m}^3/\text{detik}$. Pada dimensi saluran digunakan saluran drainase berbentuk Trapesium. Diperoleh nilai dimensi saluran yaitu pada Segmen I yaitu $b = 2.0$, $h = 2$, Segmen II yaitu $b = 2.25$, $h = 2$, dan Segmen III yaitu $b = 2.5$, $h = 2$.

ABSTRACT

Name : Muhammad Aufa Shidqi
NIM : 150702014
Study : *Enviromental Engineering, Faculty of Science and Technology (FST)*
Title : *Study of Drainage Capacity in Countermeasures Floods with a 5-Year Period in Pulo Ara Village Area Peudada District, Bireuen Regency*
Defense Date : 26 January 2021
Number of Pages : 97 pages
Thesis Advisor I : Ir. Yeggi Darnas, M.T.
Thesis Advisor II : Arief Rahman, M.T.
Key Words : *Drainage, Flood Management, Bulk Intensity Rain, Channel Dimensions*

Indonesia is a country that has a tropical climate which results in Indonesia having two seasons, namely the rainy season and the dry season. When the rainy season occurs without stopping, there will be high intensity of rainfall which will result in flooding. Drainage capacity that is not able to accommodate high rainfall intensity is also a problem in flood prevention. In this plan the author will examine the drainage capacity for the next 5year period of flood prevention efforts in the area. The results of the drainage capacity analysis that begins with a 5-year return period rainfall analysis using the Normal method because the Chi-Square method and the Smirnov-Kolmogorof method have been tested, which is 491.143 mm. The intensity of rainfall using the Mononobe method for 120 minutes in the 5-Year Return Period is 491.143 mm. Rainwater discharge obtained in Segment I is 0.181 m³/second, Segment II is 0.393 m³/second, and Segment III is 0.393 m³/second. In the dimensions of the channel, a trapezoid-shaped drainage channel is used. The channel dimension values obtained are in Segment I, namely $b = 2.0$, $h = 2$, Segment II, namely $b = 2.25$, $h = 2$, and Segment III, namely $b = 2.5$, $h = 2$.

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya dan ucapan terima kasih kepada segenap keluarga tercinta yang telah banyak memberikan dorongan moral, semangat serta dorongan, moral, semangat serta do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Studi Kapasitas Drainase dalam Upaya Penanggulangan Banjir Dengan Periode Ulang 5 Tahun Pada Kawasan Desa Pulo Ara Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen”**.

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat ilmu dan bimbingan dari berbagai pihak dan pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Yeggi Darnas, M.T., selaku Pembimbing I yang dengan sabar membantu, membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Untuk selanjutnya ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada:

1. Ayahanda Syukri S.T., Ibunda Dra. Cut Megagiana, yang tidak lelah memberi amanah, doa dan semangat tiada putus.
2. Bapak Dr. Azhar Amsal, S.Pd., M.Pd., selaku Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
4. Ibu Yeggi Darnas, M.T., selaku Pembimbing I dan Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

5. Bapak Arief Rahman, M.T., selaku Pembimbing II Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
6. Seluruh Dosen Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
7. Rekan-rekan seperbimbingan dan Mahasiswa se-Angkatan 2015 yang telah memberikan semangat dan kebersamaannya.
8. Thoriq As-Siddiq Nasution, Yegi Arifta Kombih, Aji Dermawan, Muhammad Mefan Juansah, Ridha Yaza Saputri, Yuscha Miranda, Ayu Annisa, Shafira Nurabdillah, Syarifah Qatrunnada, Maula Audiana, Sahabat yang selalu mendukung dan yang selalu menyemangati, berkat kebersamaan kalian, Tugas Akhir ini Alhamdulillah Selesai.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis menyadari akan keterbatasan pengetahuan, kemampuan, pengalaman dan waktu sehingga Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua.

Banda Aceh, 26 Januari 2021
Penulis,

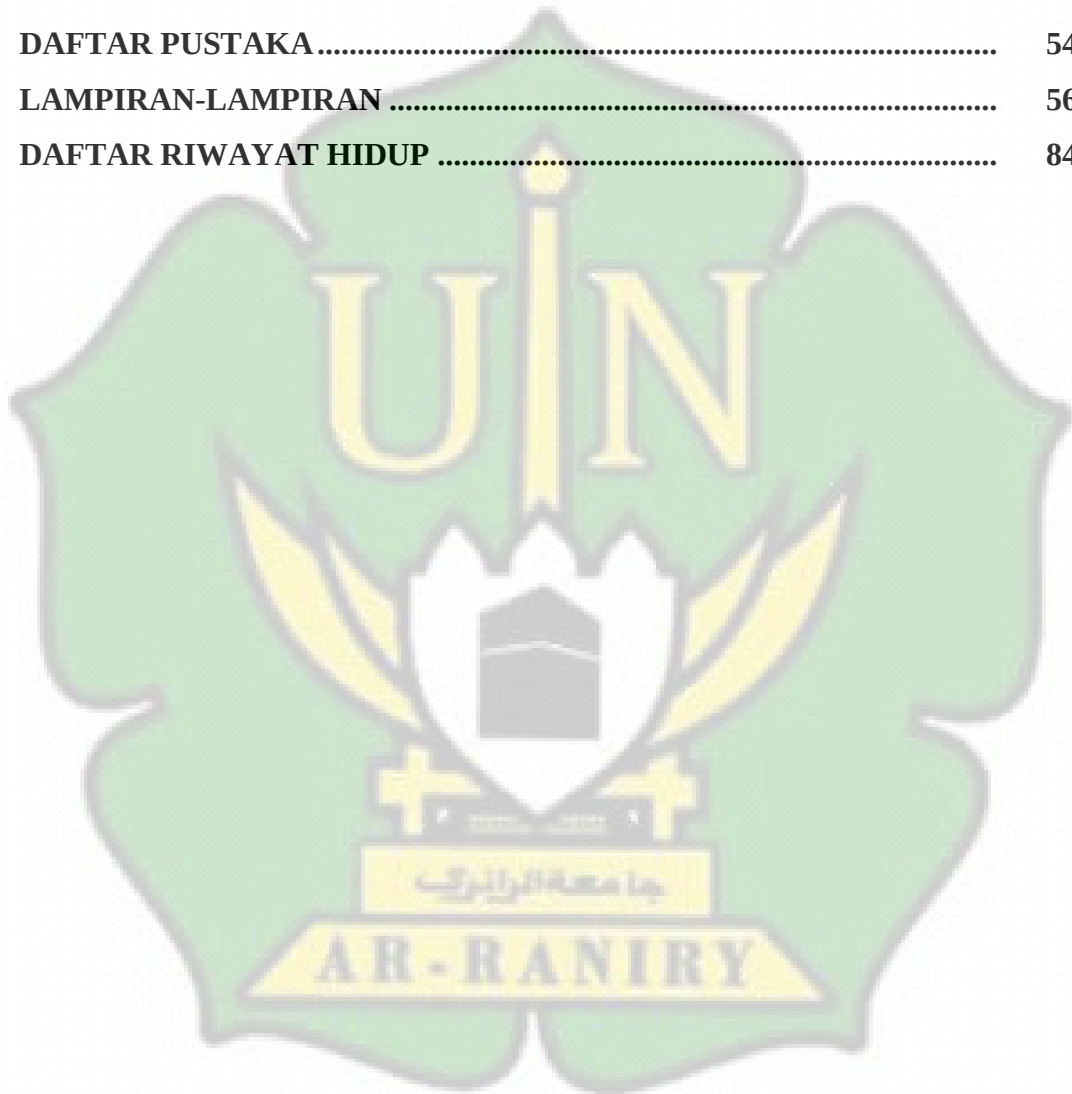
Muhammad Aufa Shidqi

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Perencanaan	2
1.4. Manfaat Perencanaan	3
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Siklus Hidrologi	4
2.1.1. Pengertian Siklus Hidrologi	4
2.1.2. Parameter Hidrologi	5
2.1.2.1. Debit Banjir Rencana	5
2.1.2.2. Curah Hujan	6
2.1.2.3. Intensitas Curah Hujan	10
2.1.2.4. Waktu Konsentrasi	11
2.2. Banjir	12
2.2.1. Pengertian Banjir	12
2.2.2. Pengendalian Banjir	13
2.3. Drainase	14
2.3.1. Pengertian Drainase	14
2.3.2. Fungsi Drainase	15
2.3.3. Pola Drainase	16
2.4. Kriteria Desain	19

2.4.1. Kriteria Perencanaan Hidrologi	19
2.4.2. Kriteria Perencanaan Hidrolika.....	20
BAB III METODELOGI PERENCANAAN.....	23
3.1. Lokasi Perencanaan	23
3.2. Metode Pengumpulan Data	23
3.3. Diagram Alir	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1. Gambaran Geografis dan Administrasi Kawasan Kabupaten Bireuen	27
4.1.1. Aspek Geografis dan Administrasi	27
4.1.2. Topografi.....	30
4.1.3. Geologi.....	32
4.1.4. Hidrologi	32
4.2. Gambaran Geografis dan Demografis Kawasan Kecamatan Peudada	34
4.2.1. Geografis dan Demografis Batas Wilayah Administrasi	34
4.2.2. Kondisi Fisik Dasar.....	36
4.2.2.1. Kondisi Topografi.....	36
4.2.2.2. Hidrologi	37
4.2.2.3. Jenis Tanah dan Geologi	38
4.2.3. Curah Hujan	39
4.2.4. Kependudukan	39
4.3. Analisa Curah Hujan Rencana	40
4.3.1. Stasiun Hujan	40
4.3.2. Analisa Curah Hujan Rerata Daerah	40
4.3.3. Perhitungan dan Pemilihan Metode Debit Rencana.....	41
4.3.4. Perhitungan Hujan Rencana dan Intensitas Curah Hujan	41
4.3.5. Uji Distribusi Probabilitas.....	43
4.4. Perhitungan Debit.....	44
4.5. Koefisien Pengaliran	46
4.5.1. Menentukan Luas Daerah Pengaliran (A).....	46
4.5.2. Menentukan Nilai Koefisien Pengaliran	47
4.6. Debit Air Hujan.....	48

4.7. Perhitungan Perencanaan Dimensi Saluran Drainase	49
4.8. Perancangan Penampang.....	50
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN-LAMPIRAN	56
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	84



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Siklus Hidrologi.....	4
Gambar 2.2 Saluran Drainase Pola Siku	16
Gambar 2.3 Saluran Drainase Pola Paralel	17
Gambar 2.4 Saluran Drainase Pola <i>Grin Iron</i>	17
Gambar 2.5 Saluran Drainase Pola Alamiah.....	18
Gambar 2.6 Saluran Drainase Pola Radikal	18
Gambar 2.7 Saluran Drainase Pola Jaring-Jaring.....	19
Gambar 2.8 Pola Saluran Drainase Berbentuk Trapesium	21
Gambar 2.9 Pola Saluran Drainase Berbentuk Segitiga.....	21
Gambar 2.10 Pola Saluran Drainase Berbentuk persegi	22
Gambar 3.1 Lokasi Perencanaan	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Perencanaan	26
Gambar 4.1 Peta Administrasi Kabupaten Bireuen.....	29
Gambar 4.2 Peta Administrasi Kecamatan Peudada	35
Gambar 4.3 Peta Topografi Kecamatan Peudada.....	36
Gambar 4.4 Peta Hidrologi Kecamatan Peudada	37
Gambar 4.5 Peta Jenis Tanah Kecamatan Peudada.....	38
Gambar 4.6 Kurva IDF dengan metode Mononobe	46
Gambar 4.7 Daerah Pengaliran	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Kebutuhan Data Serta Sumber Data.....	24
Tabel 4.1 Nama dan Luas Wilayah Kecamatan Kabupaten Bireuen.....	28
Tabel 4.2 Kemiringan Lereng Kabupaten Bireuen Tahun 2012	30
Tabel 4.3 Jumlah Hari Hujan dan Curah Hujan Kabupaten Bireuen	33
Tabel 4.4 Curah Hujan Kecamatan Peudada Tahun 2010-2019	39
Tabel 4.5 Jumlah Penduduk kecamatan Peudada tahun 2010-2019	39
Tabel 4.6 Hujan rata-rata daerah Kecamatan Peudada.....	40
Tabel 4.7 Rekapitulasi Nilai Curah Hujan Rencana Gumbel.....	41
Tabel 4.8 Rekapitulasi Nilai Curah Hujan Rencana Normal	42
Tabel 4.9 Rekapitulasi Nilai Curah Hujan Rencana Log Normal	42
Tabel 4.10 Rekapitulasi Nilai Curah Hujan Rencana Log Pearson III	43
Tabel 4.11 Rekapitulasi Nilai Uji Distribusi Probabilitas Metode Chi-Kuadrat	43
Tabel 4.12 Rekapitulasi Nilai Uji Distribusi Probabilitas Metode Smirnov-Kolmogorov.....	44
Tabel 4.13 Perhitungan Periode Ulang Metode Normal	45
Tabel 4.14 Intensitas curah dengan menggunakan metode mononobe	46
Tabel 4.15 Luas Daerah Pengaliran	47
Tabel 4.16 Tabel Nilai Koefisien Pengaliran	48
Tabel 4.17 Nilai Debit Banjir Rencana	49
Tabel 4.18 Nilai Luas Penampang Basah.....	50
Tabel 4.19 Dimensi Saluran	50
Tabel 4.20 Tabel Gambar Dimensi Saluran	51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis dikarenakan terletak pada Garis Khatulistiwa. Iklim tropis bersifat panas dan mengakibatkan adanya dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan terjadi pada akhir tahun dan awal tahun yaitu pada bulan Oktober hingga Maret dan musim kemarau terjadi pada bulan Maret sampai September. Sebagian besar wilayah-wilayah di Indonesia mengalami musim-musim tersebut, dan saat terjadi musim hujan, banyak perkotaan yang ada di Indonesia mengalami banjir.

Menurut Haryadi (2006), banjir adalah genangan air yang berasal dari sungai, hujan, dan juga kumpulan air lainnya yang menyebabkan kerusakan. Banjir akan sangat merugikan bagi masyarakat yang berada di wilayah perkotaan yang rawan banjir. Banjir dapat terjadi karena kurangnya kemampuan tanah dalam menginfiltrasi air dan juga kurangnya kapasitas jaringan drainase yang tidak mampu menampung kelebihan air.

Menurut Bappeda (2018), Kabupaten Bireuen merupakan kota administratif yang memiliki 17 kecamatan, terdiri 609 desa dan 75 pemukiman. Topografi Kabupaten Bireuen terdiri dari 1 lembah, 53 lereng, dan 555 daratan dimana pantai dengan daratan rendah berada di sebelah utara dan daerah pegunungan berada di sebelah selatan. Secara umum, rata-rata curah hujan tertinggi di kabupaten bireuen selama tahun 2019 yang terjadi pada bulan Desember, yaitu 128 mm dengan jumlah hari hujan terbanyak terjadi pada bulan November. Dan rata-rata jumlah curah hujan tahun 2019 di Kabupaten Bireuen yaitu 81 mm. Salah satu wilayah di Kabupaten Bireuen yaitu wilayah Pulo Ara Kecamatan Peudada. wilayah Kecamatan Peudada merupakan kecamatan terluas dengan luas wilayah sekitar 312,81 Km².

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kecamatan Peudada pada tahun 2019 jumlah penduduk kecamatan peudada adalah 28.402 jiwa. Jumlah penduduk akan terus meningkat dan pesatnya pembangunan Kawasan perumahan dan pertokoan di wilayah ini. Secara struktur sistem drainase yang masih kurang

memadai dan pemelihara yang kurang baik sehingga pendangkalan terjadi, dan juga banyaknya tumpukan sampah yang mengakibatkan kurang lancarnya saluran drainase sehingga akan menimbulkan genangan.

Wilayah Kecamatan Peudada merupakan wilayah daratan rendah (*down town*) yang terletak berdekatan dengan pantai. Kecamatan Peudada memiliki 6 desa salah satunya Desa Pulo Ara. Desa Pulo Ara terletak berdekatan dengan waduk Paya Laot, dan apabila terjadinya curah hujan tinggi pada wilayah tersebut, air dari waduk dari daratan lebih tinggi meluap hingga mengalir pada waduk Paya Laot yang menyebabkan waduk Paya Laot tidak dapat menampung dan terjadi luapan pada desa Pulo Ara, dan dikarenakan luapan tersebut, banyak terjadi kerusakan pada sistem drainase dikarenakan tidak dapat menampung banyak air hujan dan aliran sungai dari daratan tinggi hal itu menyebabkan tingkat kerawanan banjir lebih tinggi.

Untuk mengatasi hal tersebut salah satu upaya yang harus dilakukan untuk menanggulangi banjir yaitu dengan memperbaiki kapasitas saluran drainase pada wilayah Desa Pulo Ara Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, Adapun rumusan masalah yang akan diamati dalam perencanaan ini adalah:

1. Berapa intensitas curah hujan untuk periode ulang 5 tahun pada Kawasan Desa Pulo Ara Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen?
2. Berapa ukuran dimensi saluran dalam upaya penanggulangan banjir di Desa Pulo Ara Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen?

1.3 Tujuan Perencanaan

Adapun Tujuan dalam perencanaan berdasarkan latar belakang adalah:

1. Mengetahui intensitas curah hujan pada periode ulang 5 tahun pada Kawasan Desa Pulo Ara Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen
2. Mengetahui ukuran dimensi saluran drainase dalam upaya penggulungan banjir di Desa Pulo Ara Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen.

1.4 Manfaat Perencanaan

Manfaat yang ingin dicapai dalam perencanaan ini adalah:

1. Bagi Pemerintah Kabupaten Bireuen, diharapkan hasil perencanaan ini mampu menjadi salah satu masukan dan penyusunan program penataan kawasan pada bidang pemukiman khususnya desa Pulo Ara Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen.
2. Bagi peneliti selanjutnya, diharapkan hasil perencanaan ini dapat menambah wawasan, menjadi referensi agar perencanaan selanjutnya akan jauh lebih baik.

1.5 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah berdasarkan latar belakang perencanaan adalah:

1. Pada Perencanaan ini digunakan kapastitas banjir berdasarkan periode ulang 5 tahun sesuai ketentuan perencanaan saluran primer.
2. Dimensi Saluran direncanakan hanya 3 segmen saja.
3. Tidak terdapat perhitungan RAB pada perencanaan ini.

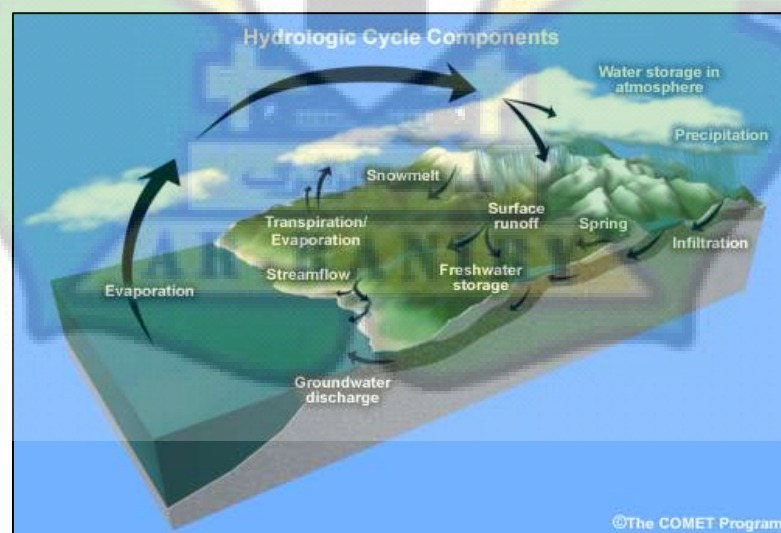
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

2.1.1. Pengertian Siklus Hidrologi

Menurut Indarto (2010) konsep siklus hidrologi merupakan hal yang sangat penting, karena air (baik air permukaan maupun air tanah) bagian dari siklus hidrologi. Siklus hidrologi dimulai dengan terjadinya panas matahari yang sampai permukaan bumi, sehingga menyebabkan penguapan. Siklus hidrologi dapat dilihat pada Gambar 2.1. Akibat penguapan ini terkumpul massa uap air, yang dalam kondisi atmosfer tertentu dapat membentuk awan. Akibat dari berbagai sebab klimatologis awan tersebut dapat menjadi awan yang potensial menimbulkan hujan. Sebagian air hujan tersebut akan tertahan oleh butiran-butiran tanah, sebahagian akan bergerak dengan vertikal kebawah sebagai infiltrasi, sebagian kecil akan kembali ke atmosfer melalui penguapan. Air yang terinfiltrasi ke tanah mula-mula akan mengisi pori-pori tanah sampai mencapai kadar air jenuh. Apabila kondisi tersebut telah tercapai, maka air tersebut akan bergerak dalam dua arah, arah horizontal sebagai interflow dan arah vertikal sebagai perlokasi



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi
(Sumber: The COMET Program)

2.1.2. Parameter Hidrologi

2.1.2.1 Debit Banjir Rencana

Menurut Haryadi (2006) debit banjir rencana adalah besarnya limpasan air hujan yang dihitung berdasarkan intensitas curah hujan rata-rata pada suatu daerah pengaliran. Dalam penentuan debit banjir rencana dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu berdasarkan data debit (data debit banjir yang pernah terjadi yang tercatat secara akurat dengan waktu pencatatan yang lama kurang lebih 20 tahun) dan berdasarkan data curah hujan (apabila data debit tidak tersedia).

Menurut Haryadi (2006) masukan adalah semua air yang masuk ke dalam sistem, sedangkan keluaran adalah semua air yang keluar sistem. Perubahan tampungan adalah perbedaan antara jumlah semua kandungan air (dalam berbagai sub sistem) dalam suatu unit waktu yang ditinjau yaitu antara waktu terjadinya masukan dan waktu terjadinya keluaran. Persamaan ini tidak dapat dipisahkan dari konsep dasar yang lainnya (siklus hidrologi) karena pada hakekatnya masukan kedalam salah satu sub sistem yang ada adalah keluaran dari sub sistem yang lain dalam siklus tersebut. Dengan demikian pemahaman dan penetapan andaian dan postulat dalam analisis dalam menterjemahkan siklus hidrologi ke dalam sub sistem yang lebih kecil menjadi sangat penting karena selanjutnya akan menentukan pemilihan cara analisis yang terkait.

a. *Inflow*

Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya (2010) perhitungan untuk masukan (*inflow*) menggunakan rumus rasional sebagai berikut:

$$Q = 0,278 C I A \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

- Q = Debit Maksimum (m³/detik)
- C = Koefisien *Run-off*
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah aliran (Km²)

b. *Outflow*

Menurut Mawardi (2007) Perhitungan untuk keluaran (*outflow*) menggunakan rumus Hidrolika sebagai berikut:

$$b_{\text{pintu}} = Q / 1,594h^{3/2} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$Q = b_{\text{pintu}} \times 1,594h^{3/2} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

Q = Debit (m³/detik)

h = Tinggi pintu air (m)

b_{pintu} = Lebar pintu air (m)

2.1.2.2 Curah Hujan

Menurut Haryadi (2006) hujan merupakan proses jatuhnya hasil kondensasi uap air berupa massa air, es, maupun salju dari *atmosfer* ke dataran ataupun ke laut. Kondensasi merupakan proses pendinginan uap air sehingga menjadi butiran air, es, maupun salju. Proses ini terjadi akibat semakin rendahnya temperatur di *atmosfer* pada jarak yang lebih jauh dari permukaan bumi, akhirnya butiran tersebut menjadi berat sehingga berpotensi jatuh sebagai hujan. Hujan yang dilakukan pengamatan bisa disebut curah hujan.

Curah hujan adalah jumlah hujan yang terjadi dengan pencatatan berdasarkan waktu pengamatan. Menurut Haryadi (2006) curah hujan rencana adalah perkiraan curah hujan untuk periode ulang tertentu. Pembuatan rancangan dan rencana dalam perhitungan potongan melintang dan lain-lain untuk perhitungan volume debit seperti debit banjir, rencana peluap suatu bendungan dan lain-lain menggunakan data curah hujan.

Analisis frekuensi dapat digunakan untuk prakiraan hujan rencana terhadap data curah hujan. Menurut Haryadi (2006) ada 4 metode distribusi yang banyak digunakan dalam analisis frekuensi antara lain:

- Metode Distribusi Normal
- Metode Distribusi Log Normal
- Metode Distribusi Log Pearson Tipe III
- Metode Distribusi Gumbel

Metode distribusi mempunyai sifat statistik yang memerlukan parameter statistik dalam perhitungannya. Parameter statistik yang digunakan:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \dots\dots\dots (2.3)$$

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

Dengan:

X = Rata-rata hitung dari nilai X_i

S = *Standar Deviasi*

X_i = Variabel acak kontinyu

N = Jumlah tahun pengamatan

Menurut Soewarno (1995) dalam Hendi Haryadi (2006), Sifat karakteristik masing-masing metode distribusi dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Metode Distribusi Normal

Distribusi normal biasa disebut distribusi *Gauss*. Nilai variabel *Gauss* dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$f(t) = \frac{X_i - \mu}{\sigma} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

$f(t)$ = Faktor sifat dari distribusi normal (nilai variabel reduksi *Gauss*)

X_i = Variabel acak kontinyu

μ = Rata-rata dari nilai X_i

σ = Standar deviasi dari nilai X_i

Untuk perhitungan curah hujan rencana pada periode ulang “T” tahun tertentu berdasarkan distribusi normal digunakan rumus :

$$X_T = \bar{X} + K_T.S \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

XT = Curah hujan rencana pada periode ulang tertentu (mm)

X = Curah hujan rata-rata selama tahun pengamatan (mm)

KT = Variabel reduksi *Gauss*

S = *Standar deviasi*

b. Metode Distribusi Log Normal

Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi log normal. Nilai variabel *Gauss* dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$f(t) = \frac{Y - \mu_y}{\sigma_y} \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan :

$f(t)$ = Faktor sifat dari distribusi normal (nilai variabel reduksi *Gauss*)

X_i = Variabel acak kontinyu

μ_y = Rata-rata dari nilai Y

σ_y = *Standar deviasi* dari nilai Y

Untuk perhitungan curah hujan rencana pada periode ulang “T” tahun tertentu berdasarkan distribusi log normal digunakan rumus :

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \cdot S \dots \dots \dots (2.8)$$

Keterangan:

Y_T = Curah hujan rencana pada periode ulang tertentu (mm)

$\bar{Y}$ = Rata-rata hitung dari nilai Y

K_T = Variabel reduksi *Gauss*

S = *Standar deviasi* dari nilai Y

c. Metode Distribusi Log Person Tipe III

Fungsi peluang dari distribusi Log Pearson Tipe III dapat ditentukan oleh persamaan sebagai berikut :

$$f(Cs) = \left(\left(\frac{Cs}{2} \right)^{\frac{Y - \left(\mu - \frac{2\sigma}{Cs} \right)}{\left(\frac{\sigma \cdot Cs}{2} \right)} - \frac{2}{Cs}} \right) \cdot \sigma \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

$$Cs = n \sum \frac{(\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3} \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

Dengan :

$f(Cs)$ = Faktor sifat dari distribusi Log Pearson Tipe III yang merupakan fungsi dari besarnya Cs dan peluang

Y = Nilai logaritma variabel X_i

μ = Rata-rata hitung dari nilai Y

σ = *Standar deviasi* dari nilai Y

Cs = Kemencengan (*Koefisien Skeweness*)

Untuk perhitungan curah hujan rencana pada periode ulang “T” tahun tertentu berdasarkan distribusi Log Pearson Tipe III digunakan rumus :

$$\log X_T = \overline{\log X} + k(\overline{S \log X}) \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log x}{n} \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\overline{S \log X} = \sqrt{\sum \frac{(\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan:

X_T = Curah hujan rencana pada periode ulang tertentu (mm)

$\overline{\log X}$ = Rata-rata hitung dari nilai $\log X$

k = karakteristik dari distribusi log pearson tipe III

$\overline{S \log X}$ = *Standar deviasi* dari nilai $\log X$

d. Metode Distribusi Gumbel

Fungsi peluang dari distribusi Gumbel dapat ditentukan oleh persamaan sebagai berikut:

$$P(X) = e^{-e^{-y}} \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

$$y = a(X_i - X_0) \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

$$a = 1,283 / \sigma \dots\dots\dots (2.16)$$

$$X_0 = \mu - 0,455\sigma \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan:

$P(X)$ = Peluang distribusi Gumbel

X_i = Variabel acak kontinyu

e = 2,71828

y = Faktor reduksi Gumbel

σ = Standar deviasi

μ = Nilai rata-rata

Untuk perhitungan curah hujan rencana pada periode ulang “T” tahun tertentu berdasarkan distribusi Gumbel digunakan rumus:

$$X_T = \bar{X} + S.K \dots\dots\dots (2.18)$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan:

X_T = Curah hujan rencana pada periode ulang tertentu (mm)

X = Curah hujan rata-rata selama tahun pengamatan

K = Faktor frekuensi distribusi Gumbel

Y_T = *Reduced Variate*, tergantung pada periode ulang “T”

Y_n = *Reduced mean*, tergantung pada jumlah tahun pengamatan

S_n = *Reduced standar*, tergantung pada jumlah tahun pengamatan

2.1.2.3 Intensitas Curah Hujan

Menurut Soemarto (1999) intensitas adalah laju hujan atau tinggi air per satuan waktu (mm/menit, mm/jam, mm/hari). Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu sedangkan menurut Haryadi (2006) intensitas curah hujan adalah derajat curah hujan yang dinyatakan oleh jumlah curah hujan dalam satuan waktu.

Biasanya satuan yang digunakan adalah mm/jam. Besarnya intensitas curah hujan berbeda-beda, hal ini disebabkan oleh lamanya curah hujan dan frekuensi

kejadiannya. Perhitungan intensitas curah hujan dilakukan untuk mendapatkan nilai pengali dalam perhitungan debit aliran limpasan (*run-off*) dari suatu daerah pengaliran dengan luas daerah tangkapan tertentu.

2.1.2.4 Waktu Konsentrasi

Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya (2010) waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh pada permukaan tanah mengalir sampai di suatu titik di saluran drainase yang terpanjang. Menurut Haryadi (2006) waktu konsentasi adalah waktu yang terjadi bila mana curah hujan pada titik terjauh dari daerah pengaliran tiba dan mengkonsentrasi pada titik yang ditinjau, dimana debit banjir dari suatu perhitungan intensitas curah hujan rata-rata mencapai debit maksimum. Hal ini dapat disimpulkan waktu konsentrasi merupakan waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air hujan dari titik terjauh menuju suatu titik tertentu ditinjau pada daerah pengaliran.

Menurut Haryadi (2006) bahwa dalam perhitungan waktu konsentrasi dapat menggunakan rumus *Distrik Bayern Jerman* sebagai berikut:

$$t = \frac{L}{W} \dots\dots\dots (2.20)$$

$$\text{Gradien } H/L = \left(\frac{\text{elevasi hulu} - \text{elevasi Hilir}}{L} \right) \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan:

t = Waktu konsentrasi (jam)

W = Kecepatan waktu konsentrasi (m/detik)

L = Panjang saluran yang merupakan panjang horizontal dari titik teratas dimana saluran terbentuk sampai titik tempat perkiraan waktu tiba dari banjir (m)

H = Selisih elevasi titik teratas

2.2 Banjir

2.2.1. Pengertian Banjir

Menurut Suripin (2004) banjir adalah suatu keadaan sungai dimana aliran airnya tidak tertampung oleh saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang sehingga meluap mengenai daerah sekitarnya. Hal ini dikarenakan debit banjir lebih besar dari kapasitas sungai yang ada. Menurut Haryadi (2006) banjir adalah perluapan atau genangan yang berasal dari sungai, hujan atau kumpulan air lainnya yang menyebabkan kerusakan sedangkan menurut Rosyidie (2013) banjir dapat terjadi karena debit atau volume air yang mengalir pada suatu sungai atau saluran drainase melebihi atau diatas kapasitas pengalirannya.

Menurut Gultom (2012) kategori atau jenis banjir terbagi berdasarkan lokasi aliran sumber permukaannya dan berdasarkan mekanisme terjadinya banjir yaitu:

1. Berdasarkan lokasi sumber aliran permukaannya terdiri dari:
 - a. Banjir kiriman (banjir bandang) yaitu banjir yang diakibatkan oleh tingginya curah hujan di daerah hulu sungai.
 - b. Banjir lokal yaitu banjir yang terjadi karena volume hujan setempat yang melebihi kapasitas pembuangan di suatu wilayah.
2. Berdasarkan mekanisme terjadinya banjir yaitu:
 - a. *Regular Flood* yaitu banjir yang diakibatkan oleh hujan.
 - b. *Irregular Flood* yaitu banjir yang diakibatkan oleh selain hujan seperti tsunami, gelombang pasang, hancurnya bendungan.

Menurut Haryadi (2006) faktor-faktor yang menyebabkan banjir antara lain:

1. Sebagian besar topografi kota merupakan dataran rendah sehingga ketinggian beberapa tempat relatif sama dengan muka air sungai.
2. Pembuangan limbah sampah di alur sungai dapat menghambat aliran sehingga dapat meninggikan muka air banjir.
3. Perumahan kumuh dibantaran sungai dapat menghambat aliran sungai.
4. Adanya perubahan guna lahan.
5. Sistem pengendalian banjir yang tidak tepat.

Sedangkan menurut Kodoatie dan Syarief (2006) dalam Rosyidie (2013) akibat atau kerugian yang dapat ditimbulkan oleh banjir antara lain hilangnya nyawa atau terluka, hilangnya harta benda, kerusakan permukiman, kerusakan wilayah perdagangan, kerusakan wilayah industri, kerusakan areal pertanian, kerusakan sistem drainase, kerusakan jalan dan lain-lain. Adapun hal-hal yang berkaitan dengan banjir antara lain:

- Pola banjir dapat berupa musiman.
- Datangnya banjir dapat secara tiba-tiba dengan intensitas yang tinggi tetapi dapat langsung mengalir.
- Datangnya banjir secara perlahan tetapi dapat menjadi genangan yang lama di daerah yang rendah.

Banjir pada umumnya terjadi akibat adanya interaksi berbagai faktor penyebab baik yang bersifat alamiah maupun faktor lain yang merupakan akibat atau dampak kegiatan manusia. Faktor yang bersifat alamiah dapat dibagi menjadi 2 (dua) yaitu:

1. Kondisi alam yang relatif tidak berubah (*statis*) seperti geografi, tofografi dan alur sungai yang berliku-liku (*bermeader*), terdapat penyempitan (*bottle-neck*) dan kemiringan dasar sungai yang landai.
2. Peristiwa alam yang berubah-ubah (*dinamis*) seperti curah hujan yang tinggi, pendangkalan sungai, perubahan iklim.

Sedangkan akibat atau dampak kegiatan manusia antara lain :

1. Pengembangan dan penataan ruang di dataran banjir yang kurang atau tidak mempertimbangkan adanya ancaman atau resiko tergenang banjir.
2. Penataan ruang Daerah Aliran Sungai (DAS) hulu yang kurang memperhatikan kaidah-kaidah konservasi tanah dan air dan lain-lain.

2.2.2. Pengendalian Banjir

Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya (2010) pengendali banjir adalah bangunan untuk mengendalikan tinggi muka air agar tidak terjadi limpasan atau genangan yang menimbulkan kerugian. Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya (2010) pengendalian banjir merupakan suatu kegiatan mulai dari perencanaan, pelaksanaan pekerjaan dan pemeliharaan yang pada dasarnya untuk mengendalikan banjir dan mengurangi atau mencegah bahaya atau kerugian akibat banjir. Menurut

Rosyidie (2013) upaya untuk mencegah dampak banjir dapat dilakukan secara struktural dan non struktural.

1. Upaya secara struktural dapat berupa perbaikan dan pengaturan sistem sungai (normalisasi sungai, sudetan, perlindungan tanggul, dan lain-lain) dan bangunan pengendali banjir (bendungan/dam, kolam retensi, pembuatan checkdam, dan lain-lain).
2. Upaya secara non struktural yang merupakan upaya penyesuaian dan pengaturan kegiatan manusia supaya harmonis dan serasi dengan lingkungan seperti pengaturan maupun pengendalian penggunaan lahan atau tata ruang, penegakan peraturan atau hukum, pengawasan, penyuluhan kepada masyarakat dan lain-lain.

Ada 4 (empat) strategi dasar untuk pengelolaan daerah banjir yaitu:

1. Memodifikasi kerentanan dan kerugian banjir (penentuan zona atau pengaturan tataguna lahan).
2. Memodifikasi banjir yang terjadi (pengurangan) dengan bangunan pengontrol (waduk atau normalisasi sungai).
3. Memodifikasi dampak banjir dengan menggunakan teknik mitigasi seperti penghindaran banjir (*floodproofing*).
4. Pengaturan peningkatan kapasitas alam untuk dijaga kelestariannya seperti penghijauan.

2.3 Drainase

2.1.1. Pengertian Drainase

Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya (2010) drainase adalah prasarana yang berfungsi mengalirkan air permukaan ke badan air atau ke bangunan resapan buatan. Menurut Haryadi (2006), drainase adalah saluran untuk mengalirkan limpasan air hujan atau limbah rumah tangga menuju ke pembuangan akhir (sungai, danau atau laut) sedangkan Astuti (2015) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi, mengalirkan dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan sehingga lahan

tersebut dapat difungsikan secara optimal. Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya (2010) drainase berwawasan lingkungan adalah pengelolaan drainase yang tidak menimbulkan dampak yang merugikan bagi lingkungan. Drainase berwawasan lingkungan memakai 2 (dua) pola dalam penerapannya yaitu:

- a. Pola Detensi (menampung air sementara) misalnya dengan membuat kolam penampungan.
- b. Pola Retensi (meresapkan) antara lain dengan membuat sumur resapan, bidang resapan, atau kolam resapan.

Menurut Haryadi (2006), sistem *drainase* adalah pengaturan pengaliran limpasan air hujan maupun air buangan rumah tangga berdasarkan batas daerah pengaliran sebelum akhirnya menuju ke pembuangan akhir. Menurut Moduto (1998), Pengertian *drainase* dapat ditentukan berdasarkan lingkup atau batasan dari sistem drainase itu sendiri antara lain:

- a. *Drainase* permukaan, yaitu suatu sistem drainase yang menangani semua permasalahan kelebihan air di atas atau pada permukaan tanah, terutama masalah kelebihan air hujan.
- b. *Drainase* bawah permukaan, yaitu suatu sistem drainase yang menangani permasalahan kelebihan air di bawah permukaan tanah atau di bawah lapisan tanah, misalnya untuk menurunkan permukaan air tanah yang tinggi agar daerah tersebut terbebas dari masalah kelembaban yang tinggi.

Menurut (Moduto, 1998) drainase perkotaan, yaitu suatu sistem drainase yang menangani permasalahan kelebihan air di wilayah perkotaan yang meliputi drainase permukaan dan drainase bawah permukaan.

2.1.2. Fungsi Drainase

Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya (2010) tujuan umum dari pembuatan drainase antara lain:

1. Untuk Pengeringan

Pada kompleks pemukiman penduduk terdapat rawa-rawa atau lapangan yang digenangi air. Keadaan lingkungan yang seperti ini dapat mendatangkan wabah penyakit bagi penduduk yang tinggal didaerah tersebut.

2. Untuk Pencegahan Banjir

Pada daerah-daerah tertentu yang mempunyai curah hujan tinggi. Hal ini bisa menyebabkan bencana banjir pada daerah tersebut. Untuk itu pencegahan banjir yang diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi dapat dibuat dengan suatu sistem saluran pembuang yang memenuhi syarat.

3. Untuk Pembuangan Air Kotor

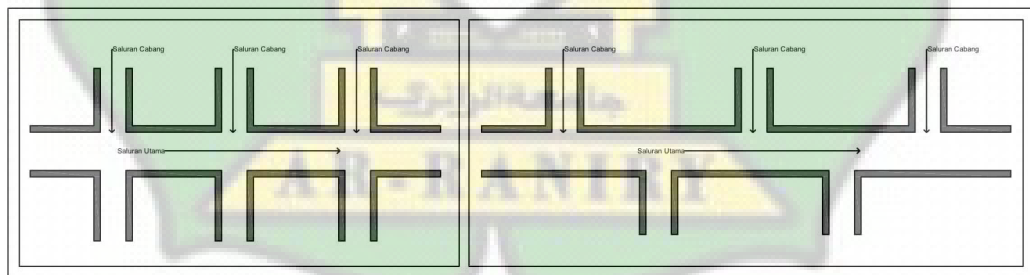
Air buangan industri adalah penyebab tercemarnya lingkungan, karena air buangan ini mengandung sampah pabrik dan lain sebagainya. Untuk mencegah agar air dilingkungan tempat tinggal penduduk tidak tercemar, maka buangan dari industri dialirkan secara khusus dalam arti secara sendiri, seperti pada sistem drainase yang diuraikan diatas tadi.

2.1.3. Pola Drainase

Menurut Hasmar (2002) saluran drainase dibuat sesuai dengan kondisi lahan dan lingkungan sekitarnya, oleh karena itu dalam drainase dikenal beberapa pola jaringan drainase yaitu antara lain:

1. Pola Siku

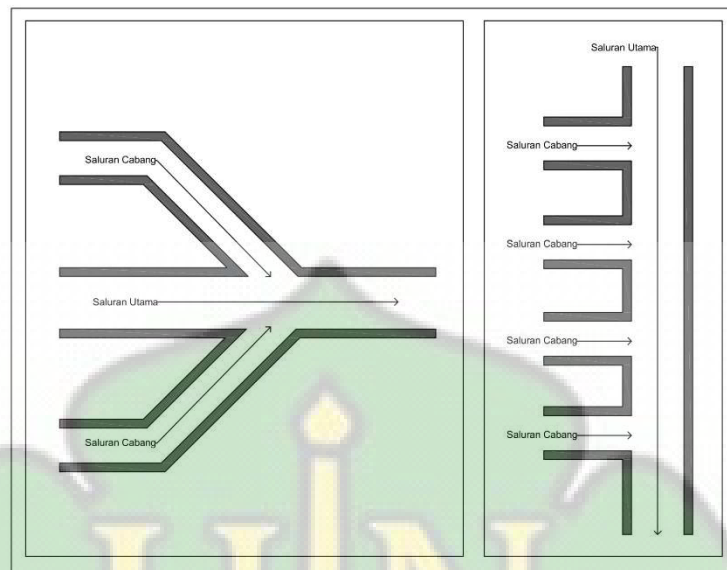
Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi yang sedikit lebih tinggi dari sungai, sungai sebagai saluran pembuangan akhir berada ditengah kota.



Gambar 2.2 Saluran Drainase Pola Siku
Hasmar (2002)

2. Pola Paralel

Pola ini dimana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak, apabila terjadi perkembangan kota saluran dapat menyesuaikan.

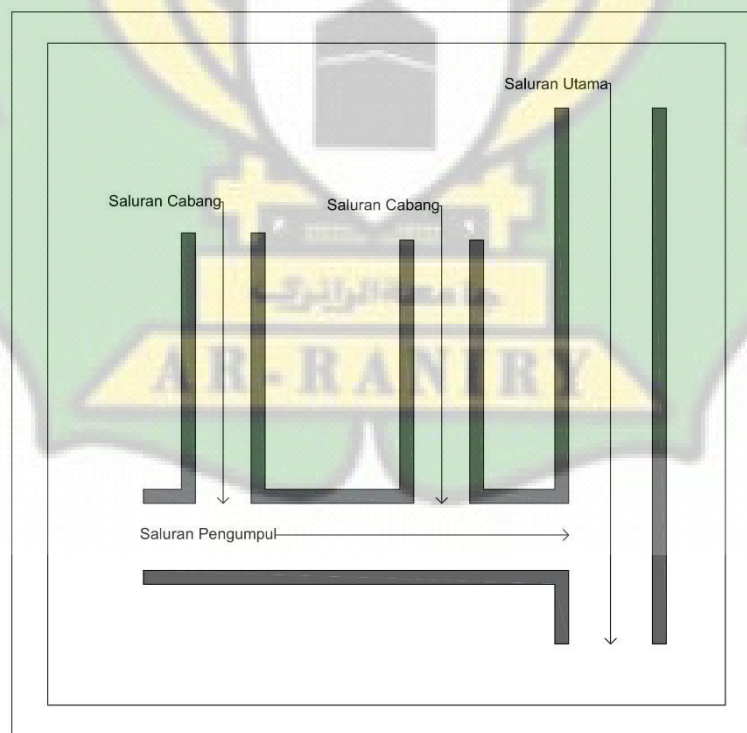


Gambar 2.3 Saluran Drainase Pola Paralel

Hasmar (2002)

3. Pola *Grid Iron*

Pola ini untuk daerah dimana sungainya terletak dipinggir kota, sehingga saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul.

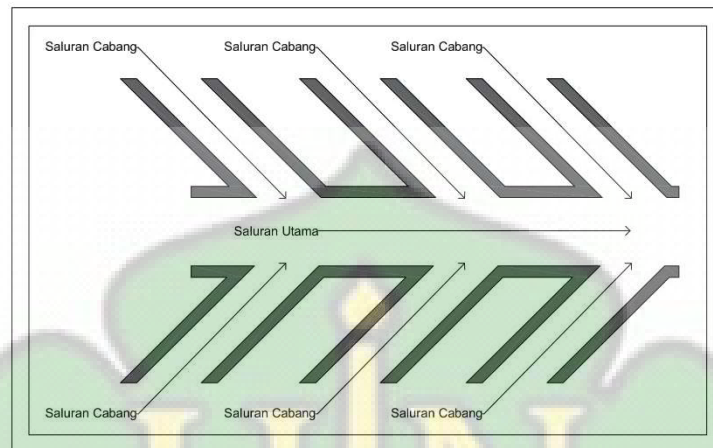


Gambar 2.4 Saluran Drainase Pola Grin Iron

Hasmar (2002)

4. Pola Alamiah

Pola ini sama seperti pola siku, hanya beban sungai pola ini lebih besar.



Gambar 2.5 Saluran Drainase Pola Alamiah
Hasmar (2002)

5. Pola Radikal

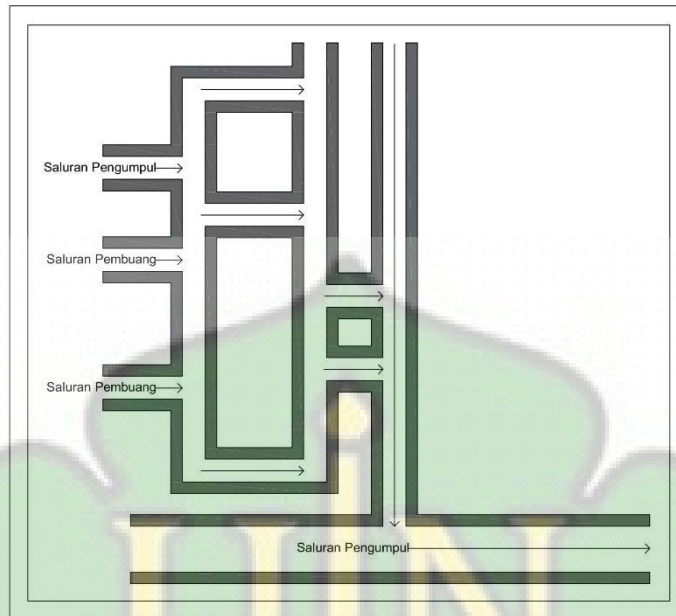
Pola ini pada daerah berbukit dimana pola saluran memancar ke segala arah.



Gambar 2.6 Saluran Drainase Pola Radikal
Hasmar (2002)

6. Pola Jaring-jaring

Pola ini mempunyai saluran-saluran pembuangan yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi rendah.



Gambar 2.7 Saluran Drainase Pola Jaring-jaring
Hasmar (2002)

2.4 Kriteria Desain

2.1.2.1 Kriteria Perencanaan Hidrologi

Menurut (Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2010) kriteria perencanaan hidrologi adalah sebagai berikut:

a. Hujan

- Perkiraan hujan rencana dilakukan dengan analisis frekuensi terhadap data curah hujan harian maksimum tahunan, dengan lama pengamatan paling sedikit 10 tahun yang berurutan.
- Analisis frekuensi terhadap curah hujan, menggunakan metode Log Pearson tipe III, atau metode Gumbel sesuai dengan kala ulang 1, 2, 5, 10 dan 25 tahun.

b. Debit Banjir

Debit rencana dihitung dengan Metode *Rational* atau Metode *Rational* yang telah dimodifikasi atau hidrograf satuan untuk daerah perkotaan.

- Metode *Rational* persamaannya adalah sebagai berikut:

$$C_{eq} = \frac{A_1 \times C_1 + A_2 \times C_2 + A_3 \times C_3 + \dots + A_n \times C_n}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan:

C_{eq} = koefisien limpasan equivalen. C_1, C_2, C_3
 C_n = koefisien limpasan masing-masing sub-DPSal.
 A_1, A_2, A_3, A_n = luas sub-DPSal dalam ha.

- Modified Rational Method* persamaannya adalah sebagai berikut:

$$C_s = \frac{2 t_c}{2 t_c + t_d} \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan:

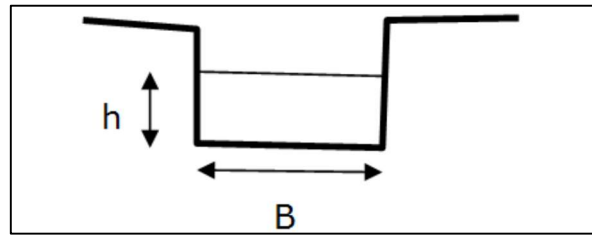
t_c = waktu konsentrasi dalam menit.
 t_d = waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau dalam menit.
 C = koefisien limpasan.
 I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam).
 A = luas daerah pengaliran saluran/DPSal (ha).
 t_c = $t_0 + t_d$
 t_0 = waktu pengaliran air yang mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran (*inlet time*) dalam menit.
 t_d = waktu pengaliran air yang mengalir di dalam saluran sampai titik yang ditinjau (*conduit time*) dalam menit, atau
 V = kecepatan air di dalam saluran dalam meter per-menit.

2.1.2.2 Kriteria Perencanaan Hidrolika

Menurut Direktorat Jenderal Cipta Karya (2010) Kriteria perencanaan hidrolika ditentukan oleh bentuk saluran drainase, yaitu sebagai berikut:

- Luas Profil basah berbentuk trapesium

Luas profil basah berbentuk trapesium dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:



Gambar 2.8 Pola Saluran Drainase Berbentuk Trapesium
Direktorat Jenderal Cipta Karya (2012)

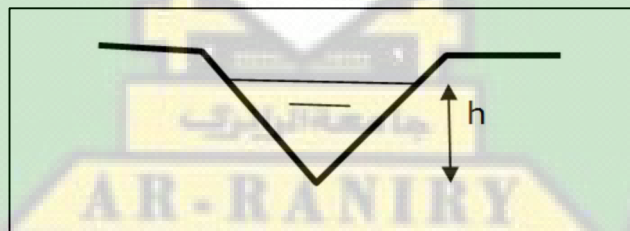
$$A = \frac{(B+T)}{2} \times h \quad \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan:

- A = luas profil basah (m²)
- B = lebar dasar saluran (m)
- h = tinggi air di dalam saluran (m)
- T = (B + m h + t h) = lebar atas muka air

b. Luas Profil basah berbentuk segitiga

Luas profil basah berbentuk segitiga dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:



Gambar 2.9 Pola Saluran Drainase Berbentuk Segitiga
Direktorat Jenderal Cipta Karya (2012)

$$A = \frac{1}{2} \times T \times h \quad \dots\dots\dots (2.25)$$

Keterangan:

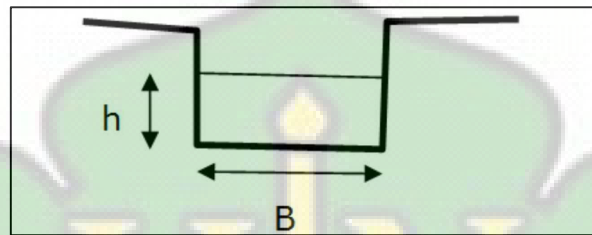
- A = luas profil basah (m²)

h = tinggi air di dalam saluran (m)

$T = (B + m h + t h)$

c. Luas Profil basah berbentuk segitiga

Luas profil basah berbentuk segiempat dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:



Gambar 2.10 Pola Saluran Drainase Berbentuk Persegi
Direktorat Jenderal Cipta Karya (2012)

$$A = B \times h \dots\dots\dots (2.26)$$

Keterangan:

A = luas profil basah (m²)

B = lebar dasar saluran (m)

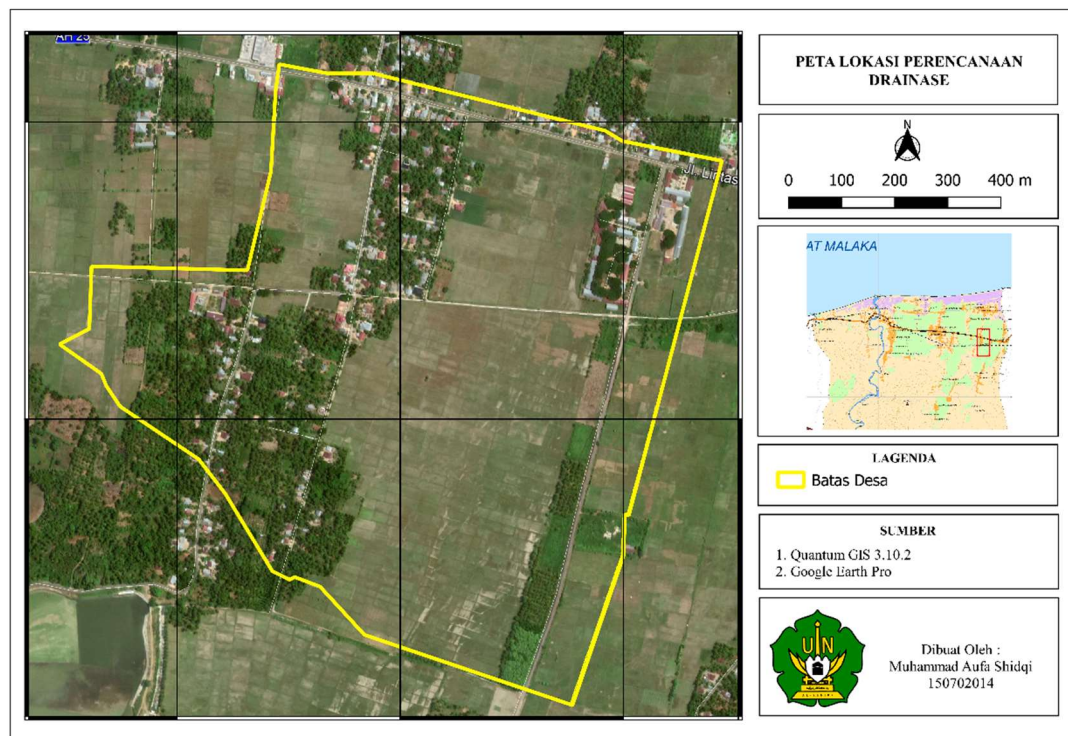
h = tinggi air di dalam saluran (m)

BAB III

METODELOGI PERENCANAAN

3.1 Lokasi Perencanaan

Perencanaan dilakukan di Desa Pulo Ara Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen (Gambar 3.1). Dikarenakan pada desa Pulo Ara ini termasuk wilayah yang rawan bencana banjir, kondisi tanah yang padat dan sistem drainase terdahulu kurang dalam pemeliharaan yang mengakibatkan banjir pada kawasan tersebut.



Gambar 3.1 Lokasi Perencanaan
sumber: Citra Google 2020

3.2 Metode Pengumpulan Data

Hal yang penting dalam melakukan suatu perencanaan adalah dengan penyusunan kebutuhan data dan informasi. Pengumpulan data dan informasi dapat melalui observasi atau pengamatan langsung situasi dan kondisi yang terjadi pada wilayah perencanaan tersebut. Jenis data dapat dibedakan menjadi:

1. Data Primer yaitu data yang diperoleh dari sumber aslinya atau observasi langsung. Data ini harus dicari melalui wawancara langsung, yaitu orang yang dijadikan objek perencanaan atau orang yang dijadikan objek sarana informasi. Data primer juga diperoleh dari pengamatan langsung dari lapangan, data tersebut seperti:
 - Kondisi dan Karakteristik permukiman pada lokasi perencanaan
 - Infrastruktur dan kondisi jalan dan drainase lokasi perencanaan
 - Dokumentasi Lokasi Penelitian
2. Data Sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi terkait. Data sekunder dapat berupa literatur, dokumen, serta laporan-laporan terkait perencanaan. Tabel kebutuhan data dapat dilihat pada Tabel 3.1. Data sekunder yang dibutuhkan meliputi data aspek dasar yaitu:
 - Data aspek fisik dasar meliputi: topografi dan kemiringan lereng, jenis tanah, kondisi curah hujan.
 - Karakteristik banjir meliputi periode ulang (frekuensi terjadinya banjir), kedalaman genangan, lama genangan, luas genangan.
 - RTRW Kabupaten Bireuen
 - Data Demografi Penduduk
 - Peta-peta yang mendukung perencanaan

Tabel 3.1 Kebutuhan Data Serta Sumber Data

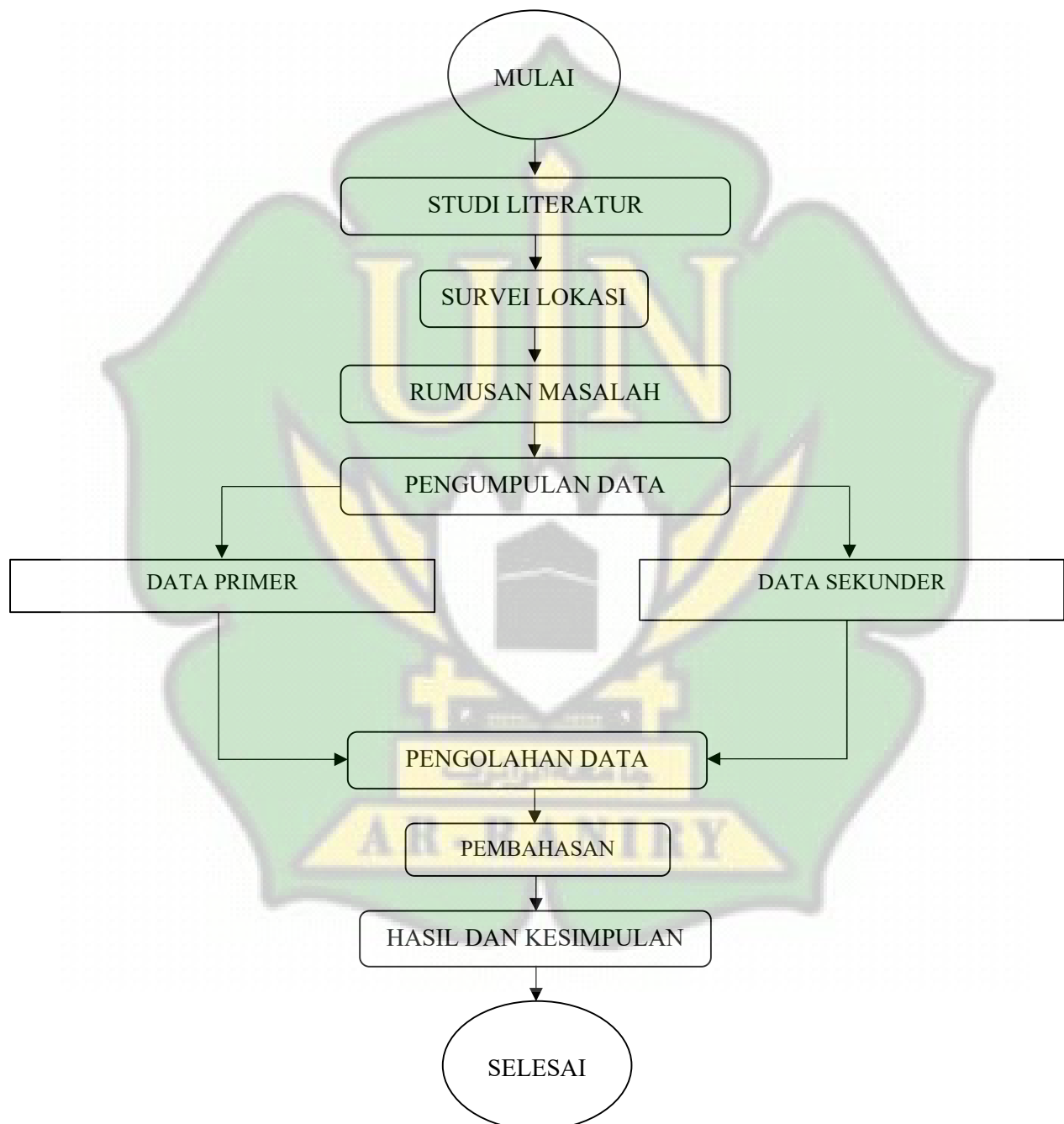
NO	Kebutuhan Data	Identifikasi	Jenis Data	Sumber Data
1	Data Kependudukan	- Jumlah Penduduk - Kepadatan Penduduk	Sekunder	Kantor Kecamatan
2	Kondisi Fisik Lingkungan	- Topografi/Kemiringan Lereng - Jenis Tanah - <i>Land Use</i> - Curah Hujan	Primer, Sekunder	Observasi, Kantor Kecamatan Pengambilan Data pada Instansi Terkait (BMKG), dan Bappeda
3	Kebencanaan	- Kebijakan mengenai daerah rawan banjir - Faktor Penyebab banjir - Data Frekuensi kejadian banjir - Karakteristik Banjir: a. Tinggi Genangan	Primer, Sekunder	Observasi, Pengambilan Data pada Instansi terkait (Bappeda dan PUPR)

		b. Lama Genangan c. Luas Genangan d. Frekuensi Genangan		
4	Sarana dan Prasarana	Sarana Prasarana	Primer, Sekunder	Obersevasi dan Kantor Kecamatan



3.3 Diagram Alir

Tahapan proses yang akan dilakukan dalam perencanaan ini digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Perencanaan

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Geografis dan Administrasi Kawasan Kabupaten Bireuen

4.1.1 Aspek Geografis dan Administrasi

Kabupaten Bireuen merupakan salah satu kabupaten dalam Provinsi Aceh yang letaknya sangat strategis dan dilintasi oleh jalan nasional serta diapit oleh beberapa kabupaten dan merupakan pusat perdagangan di wilayahnya. Secara geografis, Kabupaten Bireuen terletak pada posisi N 4053'20,3" - N 5016'25,8" Lintang Utara (LU) dan E 96055'30,1" – E 096019'45,9" Bujur Timur (BT) dengan luas wilayahnya 1,796.31 Km² atau (179.631 Ha) dan berada pada ketinggian 0 sampai 2.637meter Dari Permukaan Laut (DPL). Batas-batas administratif Kabupaten Bireuen adalah sebagai berikut :

- Sebelah Utara: berbatasan dengan Selat Malaka;
- Sebelah Timur: berbatasan dengan Kabupaten Aceh Utara;
- Sebelah Selatan: berbatasan dengan Kabupaten Bener Meriah dan Aceh Tengah; dan
- Sebelah Barat: berbatasan dengan Kabupaten Pidie Jaya dan Pidie.

Secara geografis wilayah Kabupaten Bireuen memiliki posisi strategis, karena terletak sebagai berikut:

1. Kawasan Pantai Timur Pulau Sumatera yang merupakan Kawasan cepat berkembang di Pulau Sumatera, dibandingkan dengan Kawasan tengah dan kawasan Pantai Barat Sumatera.
2. Berdekatan dengan kota pusat pertumbuhan Kota Lhokseumawe dan Medan yang merupakan Pusat Kegiatan Nasional (PKN). Disamping itu, di Kota Medan juga terdapat Pelabuhan dan Bandar Udara Internasional.
3. Berhadapan langsung dengan Selat Malaka yang merupakan Zona Ekonomi Eksklusif dan jalur pelayaran perdagangan internasional yang padat.
4. Dilintasi oleh Jalan Trans Sumatera, yang merupakan jalur perdagangan yang padat di Pulau Sumatera. Di masa mendatang, Jalan Trans Sumatera

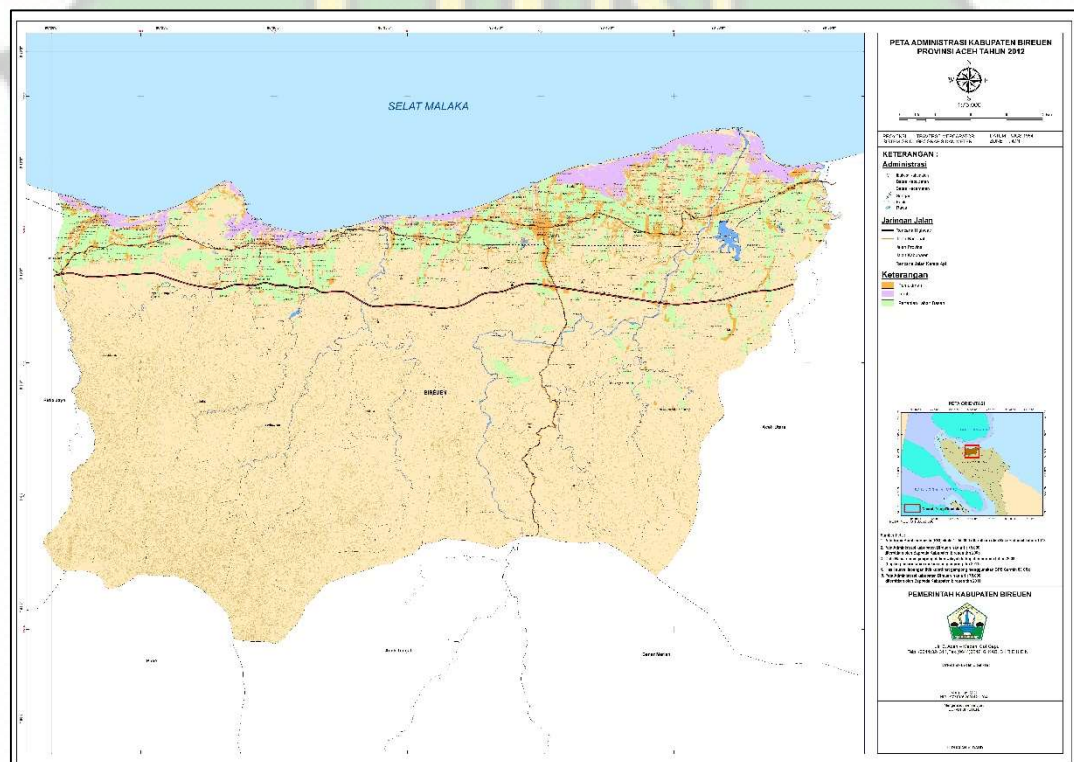
pada ruas antara Medan sampai Bandar Lampung direncanakan untuk dikembangkan sebagai jalan internasional Trans Asia dan Trans ASEAN.

Sejak berdirinya Kabupaten Bireuen berdasarkan Undang-Undang Nomor 48 tahun 1999 telah terjadi perkembangan yang cukup signifikan dalam bidang pemerintahan, dimana pada awalnya terdiri dari 7 (tujuh) kecamatan. Tahun 2001 dimekarkan menjadi 10 kecamatan, tahun 2004 dimekarkan kembali menjadi 17 kecamatan. Kecamatan terluas adalah Kecamatan Peudada, dengan wilayah seluas 31.283,90 Ha atau 17,42 persen dari total luas wilayah Kabupaten Bireuen. Urutan berikutnya adalah Kecamatan Juli dengan wilayah seluas 23.11,358 Ha atau 12,87 persen dari total luas wilayah Kabupaten Bireuen keseluruhan. Kecamatan dengan luas wilayah paling kecil di daerah ini adalah Kecamatan Kota Juang (1.690,87 Ha) dan Kecamatan Kuala (1.724,56 Ha), dengan proporsi luas wilayah masing-masing sebesar 0,94 dan 0,96 persen dari total luas wilayah Kabupaten Bireuen secara keseluruhan. Berikut ini merupakan nama kecamatan dan luas wilayah, yaitu:

Tabel 4.1 Nama dan Luas Wilayah Kecamatan Kabupaten Bireuen (Sumber: BPS Bireuen)

No	Kecamatan	Luas Wilayah (Ha)	Persentase (%)
1	Samalanga	14.087,19	7,84
2	Simpang Mamplam	15.772,05	8,78
3	Pandrah	11.396,78	6,34
4	Jeunib	11.237,49	6,26
5	Peulimbang	12.774,66	7,11
6	Peudada	31.283,90	17,42
7	Jeumpa	10.886,02	6,06
8	Kota Juang	1.690,87	0,94
9	Juli	23.118,35	12,87
10	Kuala	1.724,56	0,96
11	Peusangan	5.907,63	3,29
12	Jangka	3.748,92	2,09
13	Peusangan Selatan	9.414,70	5,24
14	Peusangan Sibliah Krueng	11.205,35	6,24
15	Kuta Blang	3.870,13	2,15
16	Makmur	6.857,36	3,82
17	Gandapura	4.655,82	2,59
	Jumlah	179.631,78	100

Berikutnya, letak geografis Kabupaten Bireuen di kawasan perlintasan jalan nasional lintas pulau Sumatera juga merupakan nilai strategis yang perlu dimanfaatkan sebagai peluang bagi daerah ini untuk dapat lebih mengoptimalkan potensi sumber daya yang dimilikinya. Dalam posisi tersebut, Kabupaten Bireuen diharapkan menjadi suatu kawasan pertumbuhan ekonomi di kawasan sentral pantai timur Aceh. Hal tersebut dapat diwujudkan dengan memanfaatkan letak strategis daerah ini diantara sejumlah daerah lain di sekitarnya, terutama Kabupaten Pidie Jaya, Bener Meriah, dan Aceh Tengah. Posisi Kabupaten Bireuen dalam hal ini juga memungkinkan kemitraan lintas daerah dalam bentuk transaksi perdagangan, pariwisata, maupun jasa-jasa lainnya. Peta Administasi Kabupaten Bireuen dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Peta Administrasi Kabupaten Bireuen
sumber: Bappeda Kabupaten Bireuen

Upaya Kabupaten Bireuen untuk menjadikan suatu kawasan yang ekonominya perlu didukung oleh sejumlah prasarana dan sarana infrastruktur penunjang bagi aktifitas dari beberapa sector, baik perdagangan, pariwisata, ataupun jasa lainnya, yang dapat memberikan kontribusi positif dalam pertumbuhan ekonomi daerah.

Letak geografis dan Sebagian besar wilayah Kabupaten Bireuen pada sisi utara yang berhadapan langsung dengan selat malaka yang merupakan wujud potensi sekaligus sektor perikanan yang dimanfaatkan secara lebih potensial. Keberadaan potensi tersebut didukung oleh sejumlah aliran sungai pada daerah ini, yang hamper seluruhnya bermuara ke selat malaka. Selain menjadi sumber air untuk lahan pertanian, keberadaan aliran sungai juga dimanfaatkan sebagai mata pencarian nelayan sebagai jalur keluar masuk nya kapal menuju perairan saat akan mencari ikan.

4.1.2 Topografi

Dari sisi topografi, secara umum wilayah Kabupaten Bireuen termasuk wilayah yang datar, landau, bergelombang dan berbukit. Kemiringan Lereng yang bervariasi antara 0-2% dan sampai yang tertinggi diatas 40% yang tersebar di beberapa kecamatan. Kemiringan Lereng pada tiap kecamatan dapat dijabarkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kemiringan Lereng Kabupaten Bireuen Tahun 2012

Kemiringan Lereng	Kecamatan	Luas (Ha)
0 - 2 %	Gandapura	1.487,52
0 - 2 %	Jangka	1.089,59
0 - 2 %	Jeumpa	1.742,88
0 - 2 %	Jeunib	2.334,71
0 - 2 %	Juli	491,78
0 - 2 %	Kota Juang	840,23
0 - 2 %	Kuala	1.122,25
0 - 2 %	Kuta Blang	1.516,48
0 - 2 %	Makmur	131,38
0 - 2 %	Pandrah	999,15
0 - 2 %	Peudada	2.872,79
0 - 2 %	Peulimbang	1.067,17
0 - 2 %	Peusangan	2.259,19
0 - 2 %	Peusangan Selatan	596,09
0 - 2 %	Peusangan Siblah Krueng	37,23
0 - 2 %	Samalanga	1.972,52
0 - 2 %	Simpang Mamplam	3.154,17
2 - 5 %	Gandapura	2.117,23
2 - 5 %	Jangka	1.303,24

2 - 5 %	Jeumpa	466,26
2 - 5 %	Jeunib	638,87
2 - 5 %	Juli	883,31
2 - 5 %	Kota Juang	776,34
2 - 5 %	Kuta Blang	691,84
2 - 5 %	Makmur	682,87
2 - 5 %	Pandrah	680,9
2 - 5 %	Peudada	256,08
2 - 5 %	Peulimbang	745,28
2 - 5 %	Peusangan	1.680,10
2 - 5 %	Peusangan Selatan	1.135,87
2 - 5 %	Peusangan Siblah Krueng	270,16
2 - 5 %	Samalanga	453,71
2 - 5 %	Simpang Mamplam	1.193,87
5 - 15 %	Gandapura	1.051,06
5 - 15 %	Jangka	1.356,09
5 - 15 %	Jeumpa	3.546,04
5 - 15 %	Jeunib	1.477,06
5 - 15 %	Juli	10.510,60
5 - 15 %	Kota Juang	74,31
5 - 15 %	Kuala	602,31
5 - 15 %	Kuta Blang	1.661,81
5 - 15 %	Makmur	6.043,10
5 - 15 %	Pandrah	1.093,50
5 - 15 %	Peudada	9.516,78
5 - 15 %	Peulimbang	1.912,49
5 - 15 %	Peusangan	1.650,48
5 - 15 %	Peusangan Selatan	2.679,14
5 - 15 %	Peusangan Siblah Krueng	7.744,42
5 - 15 %	Samalanga	1.570,47
5 - 15 %	Simpang Mamplam	2.570,56
15 - 40 %	Jeumpa	4.627,17
15 - 40 %	Jeunib	4.669,19
15 - 40 %	Juli	11.193,43
15 - 40 %	Pandrah	5.682,51
15 - 40 %	Peudada	16.815,23
15 - 40 %	Peulimbang	6.219,20
15 - 40 %	Peusangan	317,86
15 - 40 %	Peusangan Selatan	5.003,60
15 - 40 %	Peusangan Siblah Krueng	3.153,54
15 - 40 %	Samalanga	5.332,35
15 - 40 %	Simpang Mamplam	6.575,80
> 40 %	Jeumpa	503,67

> 40 %	Jeunib	2.117,66
> 40 %	Juli	39,24
> 40 %	Pandrah	2.940,72
> 40 %	Pandrah	1.823,02
> 40 %	Peulimbang	2.830,52
> 40 %	Samalanga	4.758,13
> 40 %	Simpang Mamplam	2.277,64

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bireuen

4.1.3 Geologi

Geologi wilayah Bireuen dapat dibagi atas beberapa jenis bebatuan yang menjadi tumpukan dan penampung tahanan. Penampang geologi permukaan mendukung hal ini sebagai sebaran bebatuan baik leteral maupun vertical hingga sampai pada kedalaman batuan dasar. Sebaran geologi diantaranya adalah Aluvium, Batuan Sendimen, Batuan Sendimen, Batuan Gunung api, dan batuan Sendimen-meta sendimen.

4.1.4 Hidrologi

Dalam menunjang berbagai aktifitas seperti perikanan, industri, pertanian, rumah tangga dan lain sebagainya, sumber daya air yang dapat dimanfaatkan di wilayah Kabupaten Bireuen yaitu:

1. Perairan Terbuka

Terdapat 1 buah Daerah Aliran Sungai (DAS) yang cukup besar yaitu DAS Krueng Peusangan sedangkan sub das lainnya antara lain, Krueng Peudada, Krueng Pandrah, dan Krueng Jeunib. Jika dilihat bentuk pola alirannya, maka sungai-sungai yang mengalir di wilayah ini berbentuk sub paralel di bagian hulu hal ini karena wilayah yang bergunung sehingga pola aliran yang terbentuk mengikuti lereng dari suatu jalur pegunungan, sedangkan pada bagian hilir berbentuk linier. Keadaan sungai-sungai tersebut sebagian ada yang sudah terkena erosi yang mengakibatkan lingkungan rusak dan rawan bahaya banjir. Banjir ini disebabkan karena terjadinya penggundulan hutan di wilayah hulu sungai.

2. Daerah Resapan Air

Daerah Aliran Sungai (DAS) secara generik adalah suatu daerah aliaransungai dan anak-anaknya sungainya dalam banyak literatur si sebut juga daerah tangkapan

air atau basin (cekungan, lembah) sungai (river basin) atau satuan wilayah sungai dengan batasan bahwa semua air yang jatuh dari hujan atau keluar dari sumber air akan mengalir dalam suatu aliran pembuangan air (drainase) dan berkumpul di suatu outlet di wilayah pesisir yang dapat berupa estuari atau muara atau delta dan lahan basah. Daerah resapan air di Kabupaten Bireuen meliputi DAS Peusangan dan DAS Meuredu yang berhulu di dataran tinggi bagian selatan yang merupakan lembah-lembah atau punggung bukit yang berfungsi untuk menangkap air hujan (Cachment Area). Terdapat 16 (enam belas) sungai yang mengalir wilayah ini dengan luas 1.842 ha, yang terbesar adalah sungai peusangan di samping sungai, daerah rawa – rawa (Paya) termasuk daerah resapan air yang perlu di jaga kelestariannya. Di Kabupaten Bireuen terdapat 29 (dua puluh sembilan) daerah rawa dengan luas 310 ha.

3. Klimatologi

Iklim merupakan salah satu faktor untuk pertumbuhan tanaman. Sebagaimana pada umumnya kondisi iklim di Indonesia Kabupaten Bireuen merupakan daerah tropis dengan iklim muson, dengan klasifikasi menurut system mohr, Schmidt dan ferguson yang termasuk tipe C. kondisi iklim di kabupten Bireuen relatif lebih kering dibandingkan dengan bagian di Provinsi Aceh.

Curah hujan rata-rata tertinggi di Kawasan Kabupaten Bireuen selama setahun terakhir berdasarkan pantauan stasiun atau pos hujan wilayah yaitu berkisar 128 mm, dengan jumlah banyak harinya adalah di bulan November sebanyak 24 hari, Rata-rata curah hujan di Kabupaten Bireuen sepanjang tahun 2019 adalah 81 mm.

Tabel 4.3 Tabel Jumlah Hari Hujan dan Curah Hujan Kabupaten Bireuen

Bulan	Hari Hujan	Curah Hujan	Penyinaran Matahari (%)
Januari	12	26	68
Februari	9	42	79
Maret	9	41	86
April	9	47	69
Mei	18	119	64
Juni	13	80	58
Juli	11	62	70
Agustus	14	88	74

September	13	108	45
Oktober	23	120	43
November	24	109	50
Desember	18	128	50

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

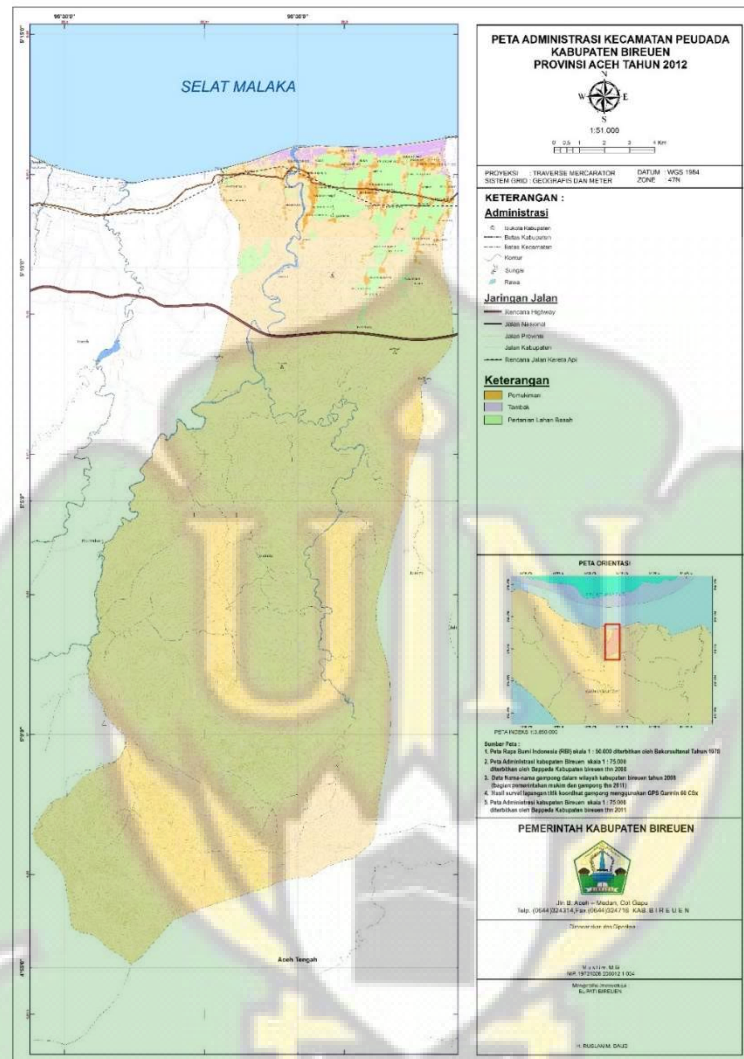
4.2 Gambaran Geografis dan Demografis Administrasi Kawasan Kecamatan Peudada

4.2.1 Geografis dan Demografis Batas Wilayah Administrasi

Kecamatan peudada merupakan salah satu dari 17 kecamatan pada wilayah Kabupaten Bireuen. Secara Geografis, posisi Kecamatan Peudada berada pada titik koordinat antara 5°02'51.47" Lintang Utara (LU) dan 96°33'25.16" Bujur Timur (BT). Luas wilayah Kecamatan Peudada adalah 39.133 Ha. Secara Administrasi, wilayah Kecamatan Peudada secara berbatasan pada masing-masing sisi sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Selat Malaka
- Sebelah Selatan : Kab. Bener Meriah
- Sebelah Barat : Kec. Peulimbang
- Sebelah Timur : Kec. Jeumpa

Kecamatan Peudada merupakan memiliki luas 17,42% dari total luas wilayah kabupaten bireuen. Kecamatan Peudada memiliki 6 pemukiman dan 52 jumlah desa. Peta Administrasi Kecamatan Peudada dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Peta Administrasi Kecamatan Peudada

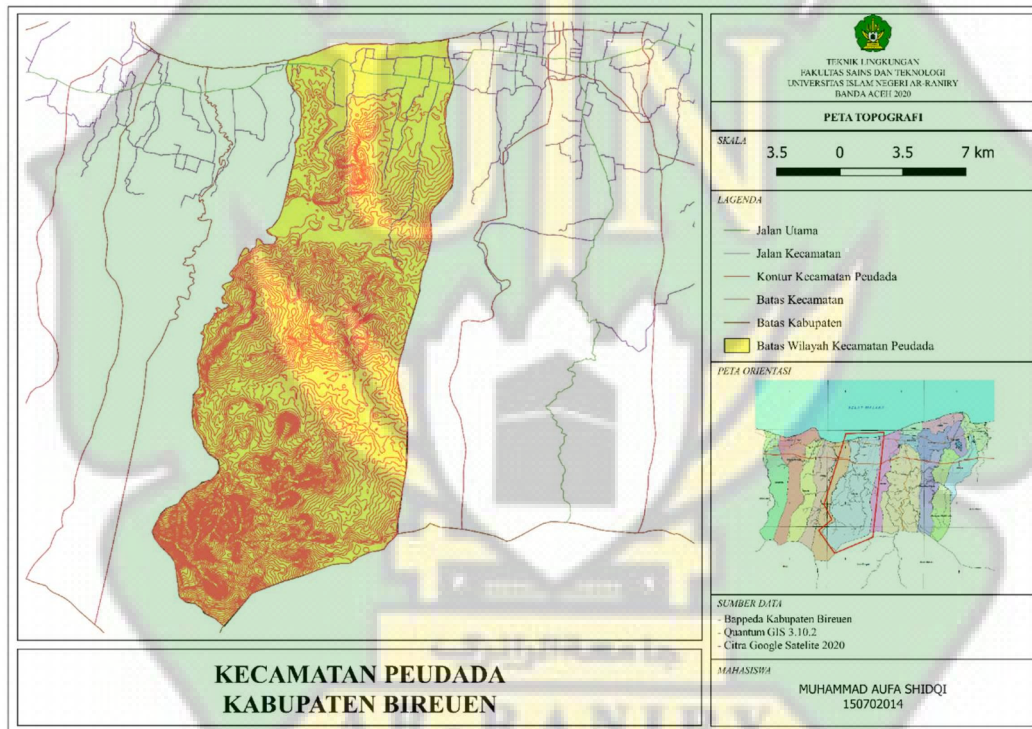
sumber: Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geografi (BMKG)

4.2.2 Kondisi Fisik Dasar

4.2.2.1 Kondisi Topografi

Topografi adalah suatu bagian yang menunjukkan titik koordinat secara horizontal seperti garis lintang dan garis bujur.

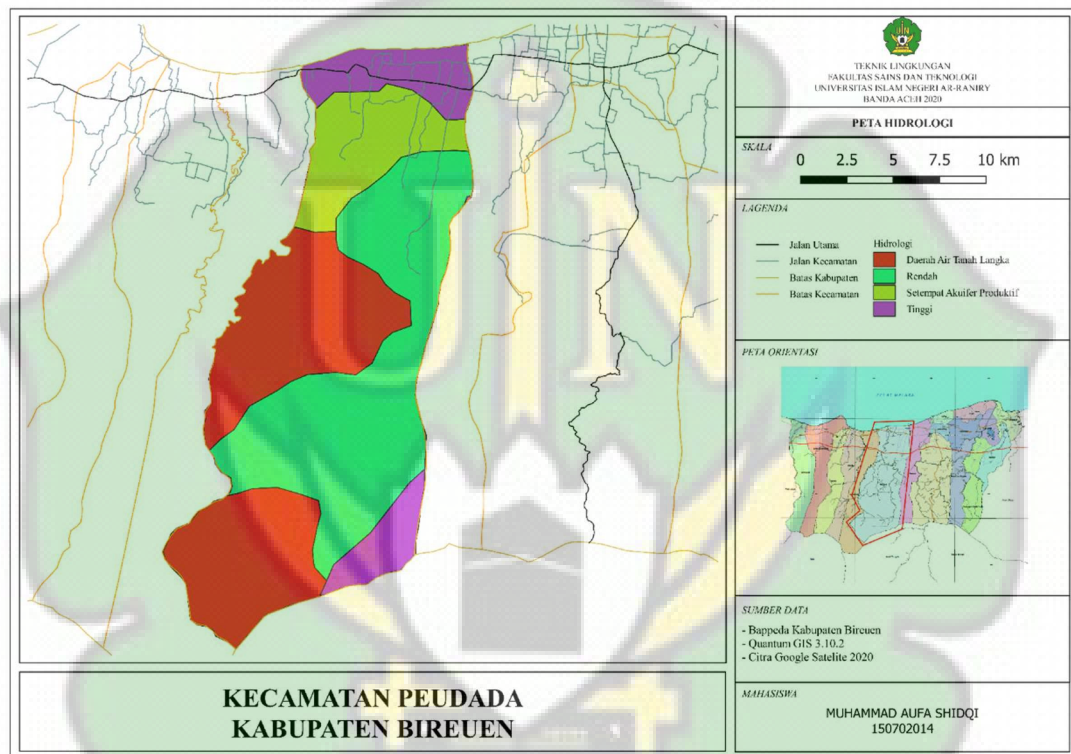
Pada kecamatan peudada terdapat 6 Desa yang merupakan daerah pantai hingga daratan tinggi dengan permukaan laut yaitu 0-197mdpl. Topografi di Kecamatan Peudada di dominasikan dengan bentuk daratan rendah seperti dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Peta Topografi Kecamatan Peudada

4.2.2.2 Hidrologi

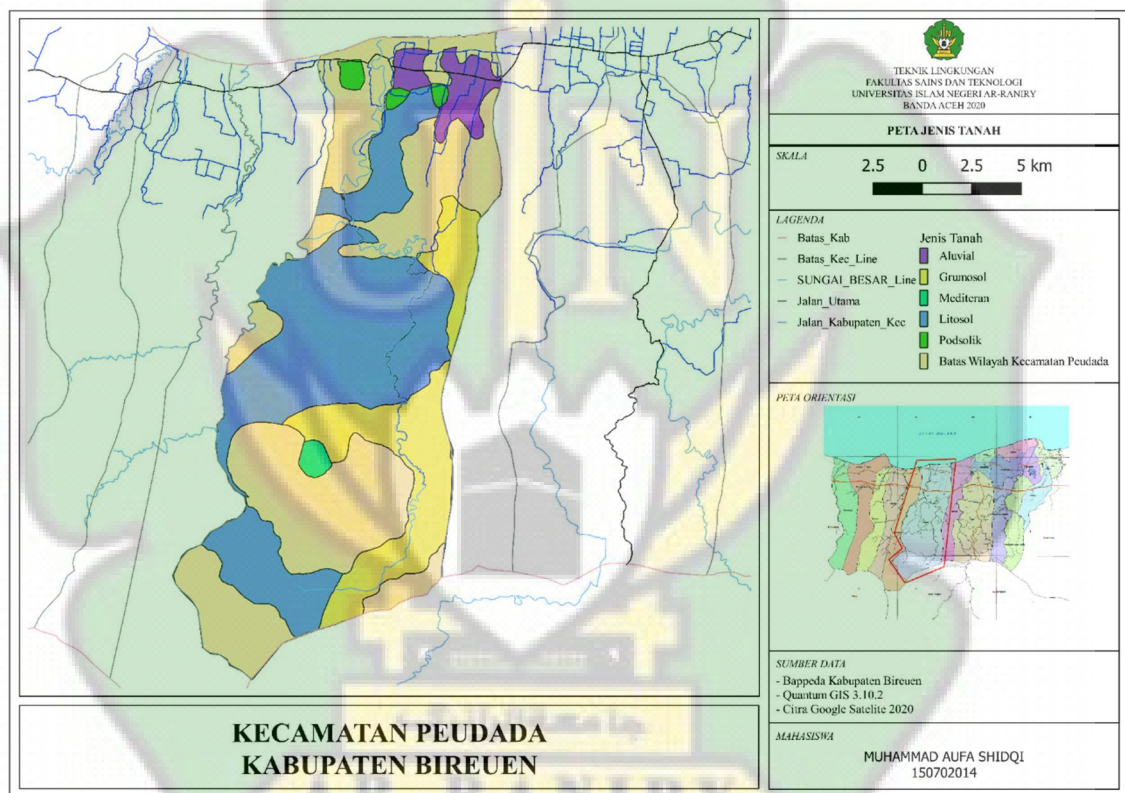
Kondisi hidrologi Kecamatan Peudada digolongkan kedalam genangan periodik yaitu berasal dari waduk yang dimanfaatkan masyarakat sebagai sumber air. Peta Hidrologi Kecamatan Peudada dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Peta Hidrologi Kecamatan Peudada

4.2.2.3 Jenis Tanah dan Geologi

Formasi geologi di Kecamatan Peudada Sebagian besar pembentuk struktur batuanannya antara lain endapan alluvial dan batuan sedimen. Jenis tanah pada Kawasan Kecamatan Peudada yaitu Tanah Alluvial yang merupakan tanah endapan yang tidak memiliki horizon yang lengkap karena kerap tercuci oleh erosi pada kemiringan. Dengan adanya kandungan liat yang belum terbentuk baik akibat proses basah kering dan proses penghayutan tanah. Dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Peta Jenis Tanah Kecamatan Peudada

4.2.3 Curah Hujan

Data curah hujan dalam perhitungan hidrologi pada kawasan Kecamatan Peudada. Data diambil dalam rentang waktu data selama 10 tahun dari tahun 2010 sampai dengan 2019. Data curah hujan maksimum dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Curah Hujan Kecamatan Peudada Tahun 2010-2019

Tahun 2010 - 2019														
Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Max	Rata-Rata
2010	458	108	457	272	313	465	320	117	552	55	445	257	552	318,25
2011	218	96	266	182	259	138	180	175	109	122	407	216	407	197,33
2012	146	191	244	91	13	30	101	143	220	238	218	564	564	183,25
2013	350	196	54	104	133	75	16	161	81	135	123	559	559	165,58
2014	159	7	121	41	72	13	43	253	190	272	155	226	226	129,33
2015	123	41	123	82	135	33	86	250	175	282	237	147	250	142,83
2016	285	281	54	68	83	122	44	0	0	17	317	146	285	118,08
2017	258	181	177	66	151	185	81	132	239	60	183	287	287	166,67
2018	78	46	5	73	142	126	26	24	122	218	210	369	369	119,92
2019	11	82	211	98	160	45	89	99	133	268	243	98	268	128,08

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

4.2.4 Kependudukan

Jumlah penduduk Kecamatan Peudada pada tahun 2018 sebanyak 28.402 jiwa, terdiri dari 13.813 laki-laki dan 14.589 perempuan. Pertumbuhan Penduduk di wilayah Kecamatan Peudada sangat meningkat pada setiap tahunnya.

Tabel 4.5 Jumlah Penduduk kecamatan Peudada tahun 2010-2019

Tahun	Jumlah Penduduk
2010	23996
2011	24545
2012	25029
2013	25505
2014	26045
2015	26777
2016	27289
2017	27879
2018	28402
2019	29001

Sumber: Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Bireuen

4.3 Analisis Curah Hujan

4.3.1 Stasiun Hujan

Pada analisis ini data curah hujan yang digunakan adalah data hujan selama 10 tahun pengamatan. Analisis curah hujan diperlukan untuk menghitung jumlah debit banjir rencana yang mungkin akan terjadi selama masa efektif bangunan tersebut.

Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan hujan maksimum rata-rata Kawasan (area rainfall) yang mewakili daerah aliran sungai (DAS), dengan mempertimbangkan besar dari curah hujan yang terjadi baik dalam pengamatan pos hujan ataupun tinjauan disekitar DAS. Analisis curah hujan dilakukan melalui beberapa tahapan kegiatan sebagai berikut:

- Pemilihan Pos Hujan yang digunakan
- Penyaringan Data
- Perhitungan curah hujan rencana

Data curah hujan yang digunakan dalam analisis curah hujan di lokasi yang di prioritaskan yaitu pada Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen. Data yang digunakan diambil sesuai ketentuan yaitu paling sedikit 10 tahun dan dimulai dari data pengamatan dari tahun 2010 s.d 2019.

4.3.2 Analisis Curah Hujan Rerata Daerah

Dari pengolahan data hujan maksimum dari stasiun pos hujan Kecamatan Peudada tersebut didapat data curah hujan rerata daerah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hujan rata-rata daerah Kecamatan Peudada

Tahun	Maksimum	Hujan Rata-Rata
2010	552	318,25
2011	407	197,33
2012	564	183,25
2013	559	165,58
2014	226	129,33
2015	250	142,83
2016	285	118,08
2017	287	166,67
2018	369	119,92
2019	268	128,08

Sumber: hasil perhitungan

4.3.3 Perhitungan dan Pemilihan Metode Debit Rencana

Debit Rencana (Q) adalah debit dengan periode ulang tertentu (T) yang telah diperhitungkan terjadi pada bangunan air atau tampungan air hujan. Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dalam suatu tempa tertentu, yang artinya akan terjadi hal yang sama pada periode waktu tertentu, walaupun terjadi dengan cara tidak teratur pada setiap periode ulangnya.

Pemilihan metode dalam perhitungan debit rencana biasanya tergantung dari tersedianya data curah hujan. Metode Analisis Frekuensi debit air hujan dapat dilakukan dengan beberapa metode. Adapun metode tersebut adalah sebagai berikut:

- Distribusi Probabilitas Gumbel
- Distribusi Probabilitas Normal
- Distribusi Probabilitas Log Normal
- Distribusi Probabilitas Log Pearson III

4.3.4 Perhitungan Hujan Rencana dan Intensitas Curah Hujan

Hujan Rencana (X) adalah hujan dengan periode waktu tertentu (T) yang telah diperkirakan akan terjadi disuatu bangunan air atau tampungan air hujan. Periode Ulang (T) adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dalam suatu tempa tertentu. Dalam penganslisaan debit atau data curah hujan rencana dibutuhkan perhitungan lebih lanjut yang dapat meyakinkan hasil uaitu dengan cara Distribusi Probabilitas Kontinu. Dalam Distribusi Probabilitas Kontinu yang sering digunakan yaitu Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson *Type III*.

a. Distribusi Probabilitas Gumbel

Berdasarkan perhitungan periode ulang curah hujan menggunakan metode Distribusi Probabilitas Gumbel, Maka diperoleh hasil seperti Tabel 4.8. Untuk Perhitungan lebih lengkap dapat di lihat pada Lampiran.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Nilai Curah Hujan Rencana Gumbel

Periode Ulang (Tahun)	Nilai curah hujan rencana (mm)
2	362,541
5	533,743

10	641,408
25	766,948
50	878,328

Sumber: hasil perhitungan

b. Distribusi Probabilitas Normal

Berdasarkan perhitungan periode ulang curah hujan menggunakan metode Distribusi Probabilitas Normal, Maka diperoleh hasil seperti Tabel 4.9. Untuk Perhitungan lebih lengkap dapat di lihat pada Lampiran.

Tabel 4.8 Rekapitulasi Nilai Curah Hujan Rencana Normal

Periode Ulang (Tahun)	Nilai hujan Rencana XT (mm)
2	376,700
5	491,143
10	551,089
25	646,458
50	655,995

Sumber: hasil perhitungan

c. Distribusi Probabilitas Log Normal

Berdasarkan perhitungan periode ulang curah hujan menggunakan metode Distribusi Probabilitas Log Normal, Maka diperoleh hasil seperti Tabel 4.10. Untuk Perhitungan lebih lengkap dapat di lihat pada Lampiran.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Nilai Curah Hujan Rencana Log Normal

Periode Ulang (T)	Log Xi	S Log Xi	KT	Log XT	XT
	a	b	c	d	e = shift log d
2	25,510	0,154	0	2,551	355,631
5	25,510	0,154	0,84	2,681	479,733
10	25,510	0,154	1,28	2,748	559,757
25	25,510	0,154	1,98	2,856	717,794
50	25,510	0,154	2,05	2,867	736,207

Sumber: hasil perhitungan

d. Distribusi Probabilitas Log Pearson III

Berdasarkan perhitungan periode ulang curah hujan menggunakan metode Distribusi Probabilitas Log Pearson III, Maka diperoleh hasil seperti Tabel 4.11. Untuk Perhitungan lebih lengkap dapat di lihat pada Lampiran.

Tabel 4.10 Rekapitulasi Nilai Curah Hujan Rencana Log Pearson III

Periode Ulang (T)	Log Xi	S Log Xi	KT	Log XT	XT
	a	b	c	d	e = shift log d
2	2,551	0,154	-0,0535	2,543	349,140
5	2,551	0,154	0,84797	2,682	480,839
10	2,551	0,154	1,33643	2,757	559,757
25	2,551	0,154	1,88011	2,841	717,794
50	2,551	0,154	2,23462	2,896	736,207

Sumber: hasil perhitungan

4.3.5 Uji Distribusi Probabilitas

Uji Distribusi Probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

a. Metode Chi-Kuadrat (χ^2)

Berdasarkan Perhitungan Uji Distibusi Probabilitas menggunakan Metode Chi-Kuadrat (χ^2) diperoleh hasil Rekapitulasi dari masing-masing metode perhitungan debit curah hujan rencana yaitu pada Table 4.12. Untuk Perhitungan lengkap dapat dilihat pada Lampiran.

Tabel 4.11 Rekapitulasi Nilai Uji Distribusi Probabilitas Metode Chi-Kuadrat

Distribusi probabilitas	χ^2 terhitung	χ^2 Cr	Keterangan
Gumbel	8,0	5,9910	DITOLAK
Normal	3,0	5,9910	DITERIMA
Log Normal	2,0	5,9910	DITERIMA

Log person III	8,0	5,9910	DITOLAK
----------------	-----	--------	---------

Sumber: hasil perhitungan

b. Metode Smirnor-Kolmogorof (Secara Analitis)

Hasil dari pengujian distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorof diperoleh hasil bahwa distribusi Probabilitas yang mempunyai selisih (ΔP) antara peluang empiris harus kurang dari teoritis ($\Delta P < \Delta P_c$). Berdasarkan hasil perhitungan uji Metode Smirnov-Kolmogorof yang dipilih atau diterima dapat dilihat pada Tabel 4.13. Perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.12 Rekapitulasi Nilai Uji Distribusi Probabilitas Metode Smirnov-Kolmogorov

Distribusi probabilitas	ΔP terhitung	ΔP kritis	Keterangan
Gumbel	1,4	0,41	DITERIMA
Normal	0,9	0,41	DITERIMA
Log Normal	-3,7	0,41	DITOLAK
Log person III	-3,7	0,41	DITOLAK

Sumber: hasil perhitungan

Berdasarkan hasil dari pengujian 2 metode, yaitu metode Chi-Kuadrat (χ^2) dan metode Smirnov-Kolmogorof, maka dapat disimpulkan distribusi yang paling baik untuk menganalisis data curah hujan pada penelitian ini adalah Distribusi Probabilitas Normal. Dikarenakan pada Rekapitulasi nilai dari kedua metode **Distribusi Probabilitas Normal** yang mendapat diterima dari kedua metode Pengujian Distribusi Probabilitas.

4.4 Perhitungan Debit

Dari kedua uji yang telah dilakukan yaitu metode Chi-Kuadrat (χ^2) dan Metode Smirnov-Kolmogorof dapat disimpulkan bahwa Data Curah Hujan Wilayah pada Desa Pulo Ara Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen mengikuti Metode Distribusi Probabilitas Normal dapat Dilihat dari Tabel 4.14.

Tabel 4.13 Perhitungan Periode Ulang Metode Normal

Periode Ulang (Tahun)	Nilai hujan Rencana XT (mm)
2	376,700
5	491,143
10	551,089
25	646,458
50	655,995

Sumber: hasil perhitungan

Dengan menggunakan Tabel 4.15, untuk hujan dengan periode 5 tahun dimana $P = 491,143$ mm dan durasi hujan 120 menit, akan diperoleh hasil intensitas hujan dengan metode Mononobe.

$$I = \frac{X_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (2.27)$$

Keterangan:

I = intensitas curah hujan (mm)

X_{24} = tinggi hujan harian maksimum atau hujan rencana (mm)

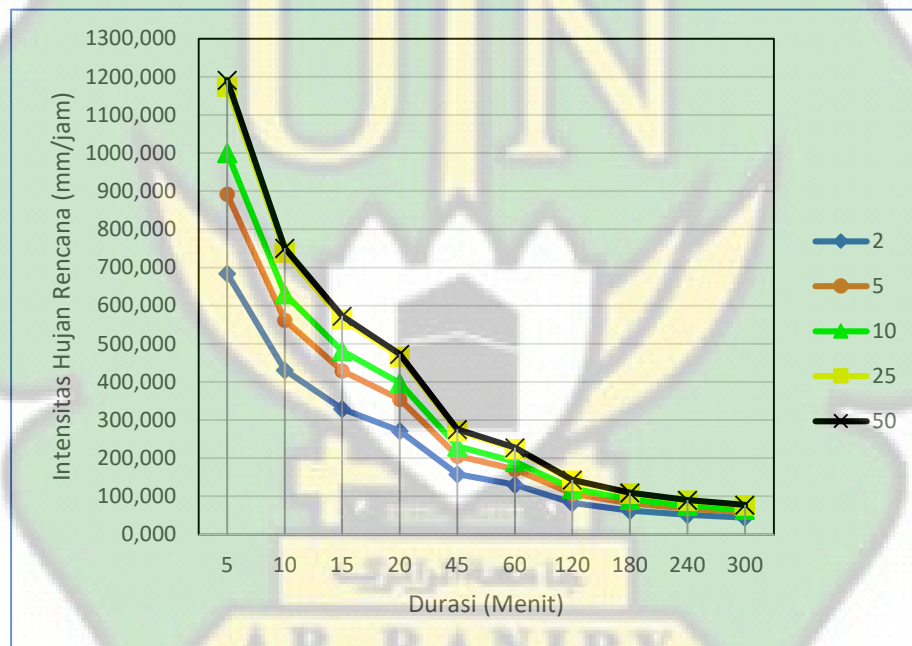
t = durasi hujan atau waktu konsentrasi (jam)

Hitungan dari persamaan tersebut dilanjutkan dengan berbagai durasi dan kedalaman hujan yang lain. Nilai dari intensitas curah hujan berbagai durasi dihitung dengan metode Mononobe. Nilai intensitas curah hujan akan terhitung semakin lama durasi maka semakin kecil nilai intensitas curah hujannya, ini mengindikasikan bahwa semakin singkat jangka waktu curah hujan makin besar nilai intensitasnya dikarenakan hujan tidak selalu kontinu. Hitungan dilakukan dengan durasi 300 menit (5 jam). Hasil perhitungan lebih lengkap terdapat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.14 Intensitas curah dengan menggunakan metode mononobe

Durasi (menit)	Periode Ulang (tahunan)				
	2	5	10	25	50
5	684,509	892,466	1001,395	1174,692	1192,022
10	431,214	562,218	630,839	740,010	750,927
15	329,078	429,053	481,421	564,733	573,064
20	271,648	354,175	397,404	466,177	473,054
45	158,204	206,267	231,443	271,495	275,501
60	130,595	170,270	191,052	224,114	227,421
120	82,269	107,263	120,355	141,183	143,266
180	62,783	81,857	91,848	107,743	109,333
240	51,826	67,572	75,819	88,940	90,252
300	44,663	58,231	65,339	76,646	77,777

Sumber: hasil perhitungan

**Gambar 4.6** Kurva IDF dengan Metode Mononobe

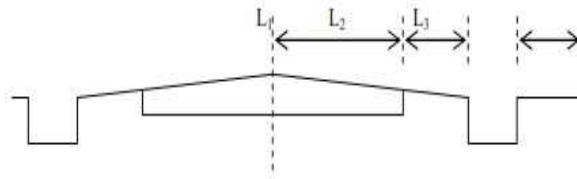
Sumber: Hasil Perhitungan Microsoft Excel

4.5 Koefisien Pengaliran

Prosedur dalam menghitung koefisien pengaliran yaitu dengan cara sebagai berikut:

4.5.1 Menentukan Luas Daerah Pengaliran (A)

Luas daerah pengaliran ini dihitung dari hasil perkalian dari batas daerah pengaliran yang diperhitungkan (L1, L2, L3) dengan Panjang saluran drainase yang direncanakan. Peta Panjang saluran dapat dilihat pada lampiran C.



Gambar 4.7 Daerah Pengaliran

Sumber : SNI – 1994

Keterangan :

- L_1 = ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan
- L_2 = ditetapkan dari tepi perkerasan yang sampai tepi bahu jalan
- L_3 = tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maksimum 100 meter

Hasil dari perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.16 dibawah ini.

Tabel 4.15 Luas Daerah Pengaliran

Keterangan	Luas Daerah Pengaliran		
	Segmen I (M2)	Segmen II (M2)	Segmen III (M2)
$A1 = L1 \times P.Saluran$	3414	6500	9900
$A2 = L2 \times P.Saluran$	314	650	330
$A3 = L3 \times P.Saluran$	5030	11700	9900
A	8758	18850	20130

Sumber: hasil perhitungan

4.5.2 Menentukan Nilai Koefisien Pengaliran

Nilai koefisien pengaliran ini diperoleh berdasarkan kondisi atau pengamatan yang terjadi dilapangan, nilai koefisien ini ditentukan berdasarkan keadaan daerah/tipe kondisi permukaan tanah pada daerah yang di rencanakan.

Kondisi yang di perhatikan sebagai berikut:

- a. Kondisi Jalan (C1)
- b. Kondisi Bahu Jalan (C2)
- c. Kondisi tata guna lahan disekitar daerah perencanaan (C3)

Nilai dari C1, C2, dan C3 pada lampiran D yang bersumber pada SNI 03-3424-1994.

$$C = \frac{C1 \times A1 + C2 \times A2 + C3 \times A3 \dots}{A1 + A2 + A3 \dots} \dots \dots \dots (2.28)$$

Maka,

$$C = \frac{0,70 \times 3414 + 0,70 \times 314 + 0,70 \times 5030}{8758} = 0,7$$

Karena nilai koefisien pada setiap STA berbeda maka nilainya tercantum pada Tabel 4.17.

Tabel 4.16 Tabel Nilai Koefisien Pengaliran

Keterangan	SEGMENT 1	SEGMENT 2	SEGMENT 3
Koefisien Pengaliran (C)	0.7	0.7	0.656

Sumber: hasil perhitungan

4.6 Debit Air Hujan

Debit air hujan (Q) dalam perencanaan ini diperoleh berdasarkan metode rasional, dengan membutuhkan data-data yaitu data koefisien pengaliran (C), intensitas curah hujan (I), dan luas Area Tangkapan (A). Dalam perencanaan ini, debit air hujan dibutuhkan untuk mengetahui berapa besar debit air hujan yang dapat ditampung oleh saluran drainase Desa Pulo Ara Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen dalam upaya mengoptimalkan atau evaluasi saluran drainase untuk penanggulangan banjir Kawasan.

Perhitungan debit curah hujan menggunakan Metode Rasional. Metode Rasional dapat dilakukan dengan pendekatan nilai rata-rata atau nilai C gabungan dan intensitas curah hujan yang dihitung berdasarkan waktu konsentrasi yang terpanjang. Secara umum dari Metode Rasional yaitu:

$$Q_r = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \dots \dots \dots (2.29)$$

Keterangan:

Q_r = Debit rencana dengan masa ulang T tahun (m³/detik)

C = Koefisien Pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (km²)

Perhitungan debit curah hujan menggunakan Metode Rasional yaitu sebagai berikut:

$$Q_r = \frac{1}{3,6} \times 0,7 \times 107,263 \times 0.0087 \text{ km}^2$$

$$Q_r = 0,181 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Untuk perhitungan selanjutnya lihat pada Tabel 4.18 berikut:

Tabel 4.17 Nilai Debit Banjir Rencana

Keterangan	Intensitas Curah Hujan	SEGMENT 1	SEGMENT 2	SEGMENT 3
Q _r	2 jam	0.181 m ³ /detik	0.393 m ³ /detik	0.393 m ³ /detik

Sumber: hasil perhitungan

4.7 Perhitungan Perencanaan Dimensi Saluran Drainase

Dimensi saluran diperoleh dengan menghitung luas penampang basah (A), kedalaman aliran, ketinggian ambang batas (F), lalu menghitung kemiringan saluran. Perhitungan luas penampang basah (A) menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = A \times V \dots \dots \dots (2.30)$$

Keterangan:

Q = Debit rencana dengan masa ulang T tahun (m³/detik)

A = Luas penampang basah (m²)

V = Kecepatan Aliran (m/detik)

$$A = \frac{Q}{V} \dots \dots \dots (2.31)$$

$$A = \frac{0,181}{1,50} = 0,120$$

Untuk perhitungan nilai luas penampang basah selanjutnya lihat pada Tabel 4.19 berikut:

Tabel 4.18 Nilai Luas Penampang Basah

Keterangan	Qr (m ³ /detik)	A (m ²)	V(m/detik)
SEGMENT 1	0,181	0,120	1.50
SEGMENT 2	0,393	0,262	1.50
SEGMENT 3	0,393	0.262	1.50

Sumber: hasil perhitungan

4.8 Perancangan Penampang

Perancangan penampang atau desain dari perencanaan sistem saluran drainase dihitung sesuai dengan nilai ketentuan yang telah terbukti oleh SNI 03-3424-1994. Diketahui debit yang diperoleh pada segmen I 0,181 m³/dtk, segmen II 0,393 m³/dtk, dan segmen III 0,393 m³/dtk dan kemiringan talud yang ditetapkan yaitu 1:1. Bentuk trapesium paling ekonomis dikarenakan sesuai dengan kondisi lapangan dan juga menghemat biaya. Untuk dimensi saluran dicantumkan dalam bentuk Tabel 4.20 dan gambar bentuk dimensi saluran dicantumkan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.19 Dimensi Saluran

Segmen	A (ha)	Q rencana	V	b	h	Talud
I	73,06	0,181	1,5	2,0	2	1:1
II	51,13	0,393	1,5	2,25	2	1:1
III	276	0,393	1,5	2,5	2	1:1

Sumber: hasil perhitungan

Keterangan:

Q Rencana = Hasil perhitungan debit rencana (m³/detik)

A = Luas Areal (Ha)

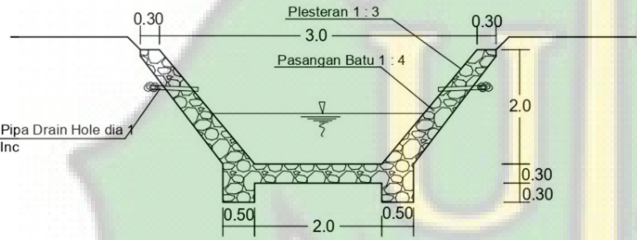
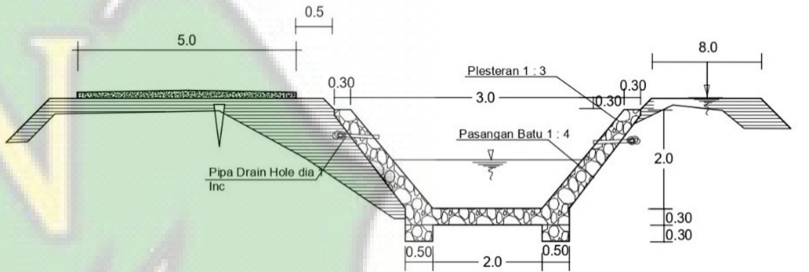
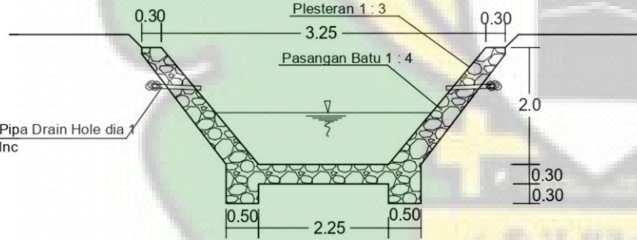
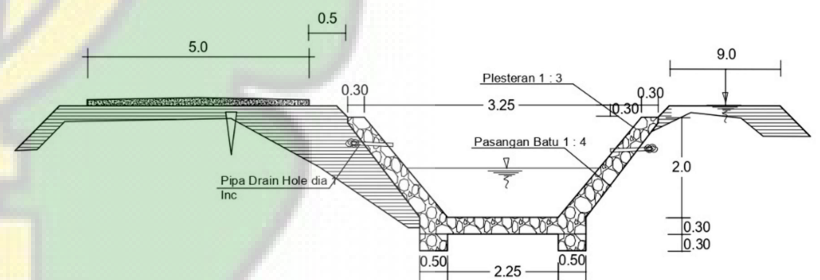
V = Kecepatan Aliran (m/detik)

b = Lebar Saluran (m)

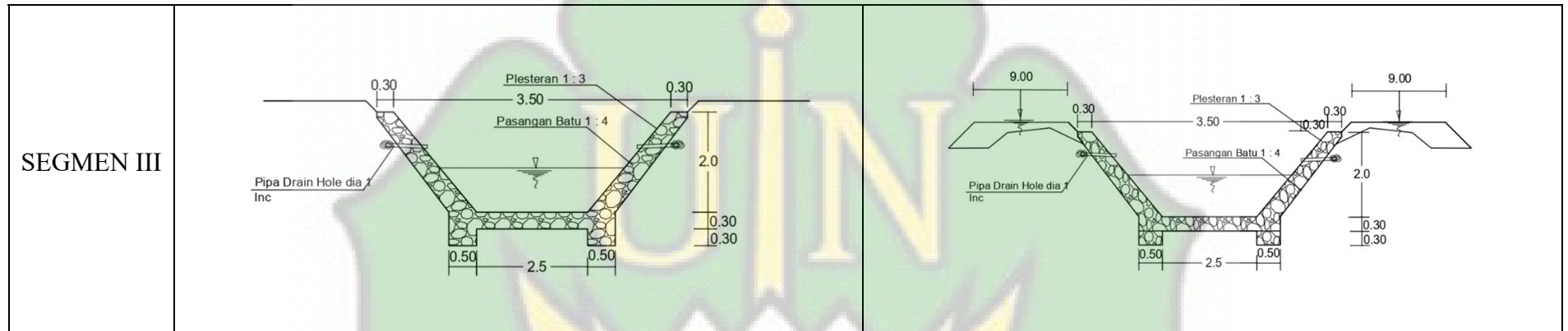
h = Tinggi muka air (m)

Talud = Kemiringan Talud

Tabel 4.20 Tabel Gambar Dimensi Saluran

SEGMENT I		
SEGMENT II		

Lanjutan tabel gambar dimensi saluran



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari pembahasan dan perhitungan yang telah di lampirkan maka dapat disimpulkan yaitu:

1. Distribusi hujan yang sesuai dengan data hujan di Kawasan Desa Pulo Ara Kecamatan Peudada Kabupaten Bireuen dari tahun 2010 – 2019 adalah Metode Normal. Hasil perhitungan dengan Distribusi Normal menghasilkan hujan rencana 491,143.
2. Intensitas curah hujan menggunakan metode Mononobe selama 120 menit dalam Periode Ulang 5 Tahun yaitu 107,263. Debit Air Hujan yang diperoleh yaitu pada Segmen I yaitu $0,181 \text{ m}^3/\text{detik}$, Segmen II yaitu $0,393 \text{ m}^3/\text{detik}$, dan Segmen III yaitu $0,393 \text{ m}^3/\text{detik}$.
3. Untuk dimensi saluran digunakan saluran drainase berbentuk Trapesium. dengan diperoleh nilai dimensi saluran yaitu pada Segmen I yaitu $b = 2,0$ dan $h = 2$, Segmen II yaitu $b = 2,25$ dan $h = 2$, dan Segmen III yaitu $b = 2,5$ dan $h = 2$.

5.2 Saran

Berdasarkan perencanaan ini kami dapat memberikan saran tentang penanggulangan banjir pada Desa Pulo Ara yang meliputi:

1. Diharapkan bagi peneliti seterusnya, sebelum memulai pastikan untuk mengetahui setiap tahapan dan memperoleh data lengkap baik data primer ataupun sekunder, agar mempermudah peneliti dalam mengolah masing-masing data yang diperlukan.
2. Diharapkan memperhitungkan RAB dari pelaksanaan perencanaan pembangunan saluran

DAFTAR PUSTAKA

- SNI 03-3424-1994 Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan.
- Haryadi, H. (2006) Evaluasi Kinerja Kolam Retensi Sukabangun Dalam Usaha Pengendalian Banjir, Skripsi Fakultas Teknik Universitas IBA, Palembang.
- Badan Pusat Statistika Kabupaten Bireuen. 2018. Kabupaten Bireuen Dalam Angka Bireuen Regency in Figures. Badan Pusat Statistika Kabupaten Bireuen. Bireuen. Aceh
- Indarto (2010) Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi. PT Bumi Aksara. Jakarta
- Mawardi, E. (2007), Desain Hidraulik Bangunan Irigasi, AIT Badan Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya (2010) Sistem Drainase Mandiri Berbasis Masyarakat Yang Berwawasan Lingkungan (Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi Dan Folder Dengan Saluran-saluran Utama. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya (2012) Sistem Drainase Mandiri Berbasis Masyarakat Yang Berwawasan Lingkungan (Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi Dan Folder Dengan Saluran-saluran Utama. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Soewarno (1995) Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data, Penerbit Nova, Bandung.
- Soemarto, C.D. (1999) Hidrologi Teknik, Erlangga, Jakarta.

Suripi (2004) Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Andi. Yogyakarta.

Rosyidie, Arief (2013) Banjir: Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh Dari
Perubahan Guna Lahan, Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota Volume
24 No. 3, Sekolah Arsitektur, Perencanaan dan Pengembangan Kebijakan.
Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Gultom (2012) ([http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/33906/4/Chapter
%20II.pdf](http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/33906/4/Chapter%20II.pdf).diakses 22 Maret 2016 diakses kembali 4 July 2019).

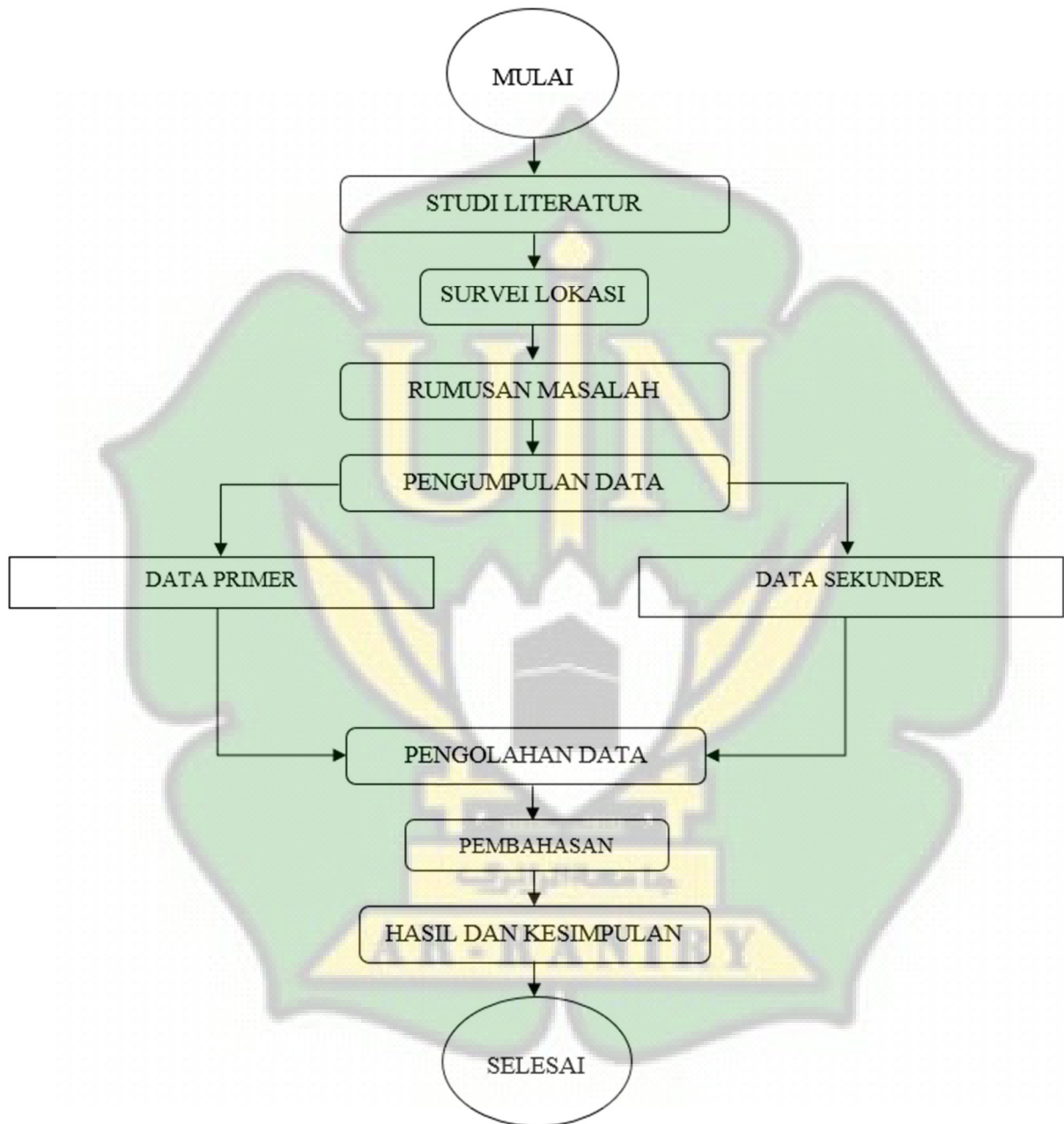
Koedatie, Robert J., dan Roestam, Syarief (2006) Pengelolaan Sumber Bencana
Terpadu Banjir, Longsor, Kekeringan, dan Tsunami. Jakarta : Yarsif
Watapone

Moduto (1998) Desain Drainase Perkotaan Volume 1, Departemen Teknik
Lingkungan ITB, Bandung.

Hasmar, H.A. Halim (2002) Drainase Perkotaan. UII Press: Yogyakarta

LAMPIRAN A

Lampiran A.1 Bagan Alir Perencanaan



LAMPIRAN B**Lampiran B.1 Foto Lokasi Perencanaan**

Foto Lokasi

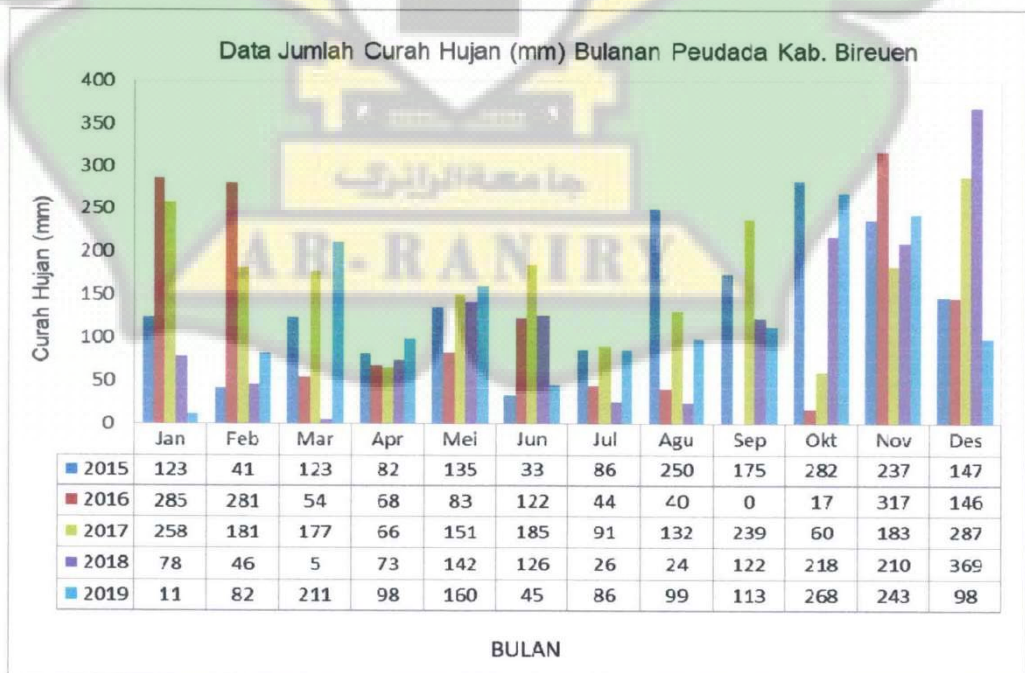
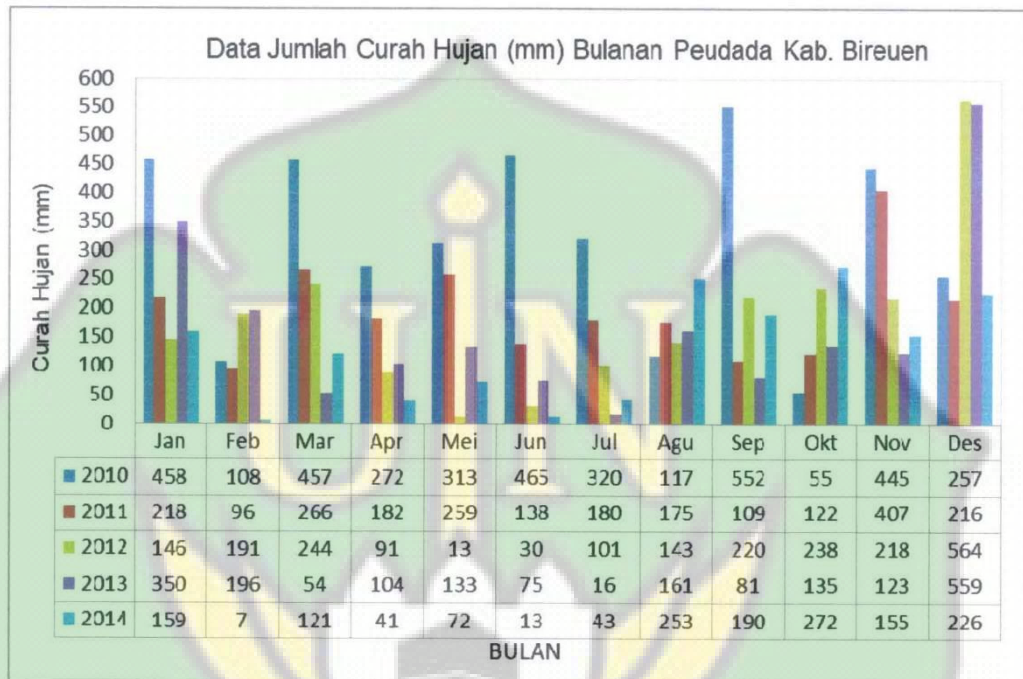
Foto Lokasi

LAMPIRAN C

Lampiran C.1 Data Curah Hujan Bulanan

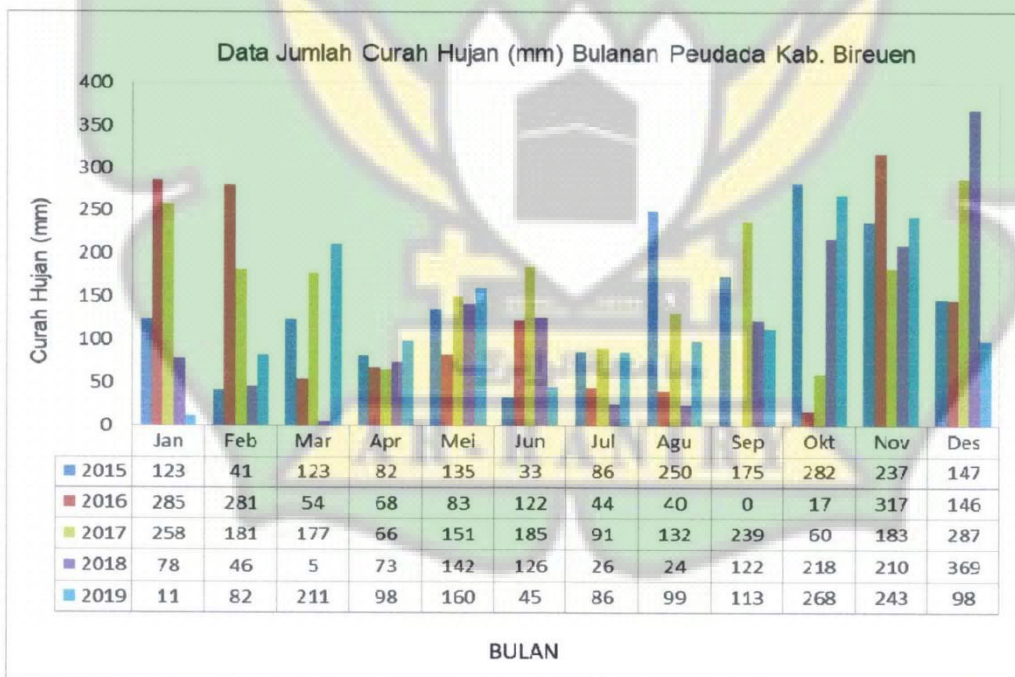
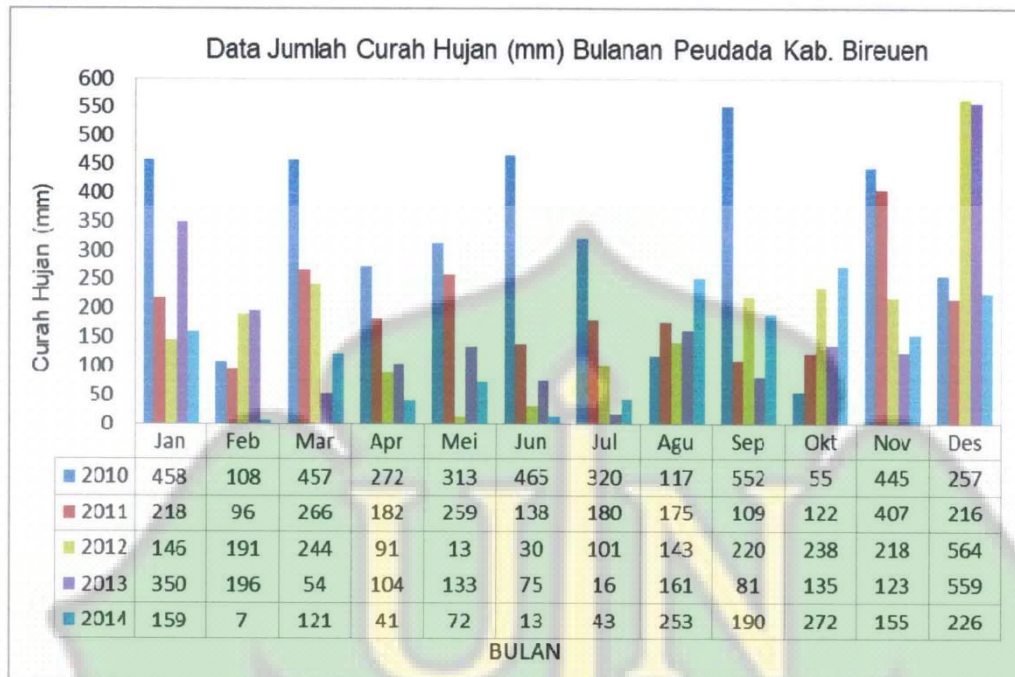
B. Informasi Curah Hujan

1. Curah Hujan bulanan pos hujan Peudada Kab. Bireuen



B. Informasi Curah Hujan

1. Curah Hujan bulanan pos hujan Peudada Kab. Bireuen



Lampiran C.2 Perhitungan Rata-Rata Curah Hujan

a. Tahun 2010

$$x = \frac{458 + 108 + 457 + 272 + 313 + 465 + 320 + 117 + 552 + 55 + 445 + 257}{12} = \frac{3819}{12} = 318,25$$

b. Tahun 2011

$$x = \frac{218 + 96 + 266 + 182 + 259 + 138 + 180 + 175 + 109 + 122 + 407 + 216}{12} = \frac{2368}{12} = 197,33$$

c. Tahun 2012

$$x = \frac{146 + 191 + 244 + 91 + 13 + 30 + 101 + 143 + 220 + 238 + 218 + 564}{12} = \frac{2199}{12} = 183,25$$

d. Tahun 2013

$$x = \frac{350 + 196 + 54 + 104 + 133 + 75 + 16 + 161 + 81 + 135 + 123,559}{12} = \frac{1987}{12} = 165,58$$

e. Tahun 2014

$$x = \frac{159 + 7 + 121 + 41 + 72 + 13 + 43 + 253 + 190 + 272 + 155 + 226}{12} = \frac{1552}{12} = 129,33$$

f. Tahun 2015

$$x = \frac{123 + 41 + 123 + 82 + 135 + 33 + 86 + 250 + 175 + 282 + 237 + 147}{12} = \frac{1714}{12} = 142,83$$

g. Tahun 2016

$$x = \frac{285 + 281 + 54 + 68 + 83 + 122 + 44 + 0 + 0 + 17 + 317 + 146}{12} = \frac{1417}{12} = 118,08$$

h. Tahun 2017

$$x = \frac{258 + 181 + 177 + 66 + 151 + 185 + 81 + 132 + 239 + 60 + 183 + 287}{12} = \frac{2000}{12} = 166,67$$

i. Tahun 2018

$$x = \frac{78 + 46 + 5 + 73 + 142 + 126 + 26 + 24 + 122 + 218 + 210 + 369}{12} = \frac{1439}{12} = 119,92$$

j. Tahun 2019

$$x = \frac{11 + 82 + 211 + 98 + 160 + 45 + 89 + 99 + 133 + 268 + 243 + 98}{12} = \frac{1537}{12} = 128,08$$

Tabel rekapitulasi curah hujan rata-rata bulanan

Tahun	Maksimum	Hujan Rata-Rata
2010	552	318,25
2011	407	197,33
2012	564	183,25
2013	559	165,58
2014	226	129,33
2015	250	142,83
2016	285	118,08
2017	287	166,67
2018	369	119,92
2019	268	128,08

Lampiran C.3 Menghitung Periode Curah Hujan Rencana

a. Metode Gumbel

$$XT_{50} = \bar{X} + S \times K$$

Tabel. Perhitungan periode ulang curah hujan rencana Metode Gumbel

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	$Xi - \bar{X}$	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Xi - \bar{X})^3$	$(Xi - \bar{X})^4$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5)	(5)
1	2010	552	175,300	30730,090	5386984,777	944338431,408
2	2011	407	30,300	918,090	27818,127	842889,248
3	2012	564	187,300	35081,290	6570725,617	1230696908,064
4	2013	559	182,300	33233,290	6058428,767	1104451564,224
5	2014	226	-150,700	22710,490	-3422470,843	515766356,040
6	2015	250	-126,700	16052,890	-2033901,163	257695277,352
7	2016	285	-91,700	8408,890	-771095,213	70709431,032
8	2017	287	-89,700	8046,090	-721734,273	64739564,288
9	2018	369	-7,700	59,290	-456,533	3515,304
10	2019	268	-108,700	11815,690	-1284365,503	139610530,176
Jumlah		3767,000		167056,100	9809933,760	4328854467,137
Rata-rata $\bar{X}$		376,7000				
S		136,2417				
Cs		-0,2321				
Ck		0,1579				

Cv	0,3617
----	--------

1. Rata-Rata ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{3767,000}{10} = 376,700$$

2. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{167056,100}{9}} = 136,242$$

3. Koefisien Kepencengan (Cs)

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} = \sqrt{\frac{9809933,760}{182079998}} = \sqrt{0,053877053} = 0,232$$

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} = \sqrt{\frac{4328854467,137}{173648163405}} = \sqrt{0,024928881} = 0,158$$

5. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{136,242}{376,700} = 0,36167151$$

6. Faktor Frekuensi Gumbel

Y_{t_2}	=	0,3065
Y_{t_5}	=	1,4999
$Y_{t_{10}}$	=	2,2504
$Y_{t_{25}}$	=	3,1255
$Y_{t_{50}}$	=	3,9019

Sumber: Kamiana, 2011

$$KT_2 = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{0,3065 - 0,4052}{0,9497} = -0,1039$$

$$XT_2 = \bar{X} + S \times K = 376,700 + 136,242 \times (-0,1039) = 362,541 \text{ mm}$$

$$KT_5 = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{1,4999 - 0,4052}{0,9497} = 1,1526$$

$$XT_5 = \bar{X} + S \times K = 376,700 + 136,242 \times 1,1526 = 533,743 \text{ mm}$$

$$KT_{10} = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{2,2504 - 0,4052}{0,9497} = 1,9429$$

$$XT_{10} = \bar{X} + S \times K = 376,700 + 136,242 \times 1,9429 = 641,408 \text{ mm}$$

$$KT_{25} = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{3,1255 - 0,4052}{0,9497} = 2,8443$$

$$XT_{25} = \bar{X} + S \times K = 376,700 + 136,242 \times 2,8443 = 766,948 \text{ mm}$$

$$KT_{50} = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{3,6819 - 0,4052}{0,9497} = 3,6819$$

$$XT_{50} = \bar{X} + S \times K = 376,700 + 136,242 \times 3,619 = 878,328 \text{ mm}$$

Periode Ulang (Tahun)	Nilai curah hujan rencana (mm)
2	362,541
5	533,743
10	641,408
25	766,948
50	878,328

b. Metode Normal

$$XT = \bar{X} + K_T \times S$$

Tabel. Perhitungan periode ulang curah hujan rencana Metode Normal

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5)	(5)
1	2010	552	175,300	30730,090	5386984,777	944338431,408
2	2011	407	30,300	918,090	27818,127	842889,248
3	2012	564	187,300	35081,290	6570725,617	1230696908,064
4	2013	559	182,300	33233,290	6058428,767	1104451564,224
5	2014	226	-150,700	22710,490	-3422470,843	515766356,040
6	2015	250	-126,700	16052,890	-2033901,163	257695277,352
7	2016	285	-91,700	8408,890	-771095,213	70709431,032
8	2017	287	-89,700	8046,090	-721734,273	64739564,288
9	2018	369	-7,700	59,290	-456,533	3515,304
10	2019	268	-108,700	11815,690	-1284365,503	139610530,176
Jumlah		3767,000		167056,100	9809933,760	4328854467,137
Rata-rata $\bar{X}$		376,7000				
S		136,2417				

Cs	-0,2321
Ck	0,1579
Cv	0,3617

1. Rata-Rata ($\bar{X}$)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{3767,000}{10} = 376,7$$

2. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{167056,100}{9}} = 136,2417$$

3. Koefisien Kepencengan (Cs)

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)(S)^3} = \sqrt{\frac{9809933,760}{182079998}} = \sqrt{0,053877053} = 0,232$$

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)(S)^4} = \sqrt{\frac{4328854467,137}{173648163405}} = \sqrt{0,024928881} = 0,158$$

5. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{136,242}{376,700} = 0,36167151$$

6. Faktor Frekuensi

K _{t2}	=	0
K _{t5}	=	0,84
K _{t10}	=	1,28
K _{t25}	=	1,98
K _{t50}	=	2,05

Sumber: Kamiana, 2011

$$XT_2 = \bar{X} + K_T \times S = 376,7 + 0 \times 136,242 = 376,7 \text{ mm}$$

$$XT_5 = \bar{X} + K_T \times S = 376,7 + 0,84 \times 136,242 = 491,143 \text{ mm}$$

$$XT_{10} = \bar{X} + K_T \times S = 376,7 + 1,28 \times 136,242 = 551,089 \text{ mm}$$

$$XT_{25} = \bar{X} + K_T \times S = 376,7 + 1,98 \times 136,242 = 646,458 \text{ mm}$$

$$XT_{50} = \bar{X} + K_T \times S = 376,7 + 2,05 \times 136,242 = 655,995 \text{ mm}$$

Periode Ulang (Tahun)	Nilai hujan Rencana XT (mm)
2	376,700
5	491,143
10	551,089
25	646,458
50	655,995

c. Metode Log Normal

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

Tabel. Perhitungan periode ulang curah hujan rencana Metode Log Normal

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (x) (mm)	Log Xi	Log Xi-Log X	(Log Xi-LogX) ²	(Log Xi-LogX) ³	(Log Xi-LogX) ⁴
(1)	(2)	(3)	(4)		(5)	(5)	(5)
1	2010	552	2,742	0,191	0,0364516	0,0069594	0,0013287
2	2011	407	2,610	0,059	0,0034314	0,0002010	0,0000118
3	2012	564	2,751	0,200	0,0401053	0,0080316	0,0016084
4	2013	559	2,747	0,196	0,0385713	0,0075752	0,0014877
5	2014	226	2,354	-0,197	0,0387726	-0,0076346	0,0015033
6	2015	250	2,398	-0,153	0,0234323	-0,0035869	0,0005491
7	2016	285	2,455	-0,096	0,0092489	-0,0008895	0,0000855
8	2017	287	2,458	-0,093	0,0086740	-0,0008078	0,0000752
9	2018	369	2,567	0,016	0,0002563	0,0000041	0,0000001
10	2019	268	2,428	-0,123	0,0150998	-0,0018555	0,00022800
Jumlah		3767,000	25,510		0,214	0,007997	0,0068779
Log $\bar{X}$		2,5510					
S Log X		0,1542					
Cs		0,1850					
Ck		0,1553					
Cv		0,0605					

1. Rata-Rata ($\bar{X}$)

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^n \overline{\text{Log } X_i}}{n} \text{ Log } = \frac{25,510}{10} = 2,551$$

2. Standar Deviasi (S)

$$S \text{ Log } X = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1} \right)^{0,5} = \left(\frac{0,214}{9} \right)^{0,5} = 0,1542$$

3. Koefisien Kepencengan (Cs)

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} = \sqrt{\frac{0,00799705}{0,026407165}} = \sqrt{0,03028362} = 0,174(0,185)$$

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} = \sqrt{\frac{0,006877908}{0,285068731}} = \sqrt{0,024127193} = 0,155$$

5. Koefisien Variasi

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{0,1542}{2,551} = 0,06045$$

6. Faktor Frekuensi

K _{t2}	=	0
K _{t5}	=	0,84
K _{t10}	=	1,28
K _{t25}	=	1,98
K _{t50}	=	2,05

Sumber: Kamiana, 2011

$$\text{Log } X_2 = \overline{\text{Log } X} + K_T \times S \text{ Log } X = 2,551 + 0 \times 0,1542 = 2,551 \text{ mm } (X_2 = 355,631 \text{ mm})$$

$$\text{Log } X_5 = \overline{\text{Log } X} + K_T \times S \text{ Log } X = 2,551 + 0,84 \times 0,1542 = 2,681 \text{ mm } (X_5 = 479,733 \text{ mm})$$

$$\text{Log } X_{10} = \overline{\text{Log } X} + K_T \times S \text{ Log } X = 2,551 + 1,28 \times 0,1542 = 2,748 \text{ mm } (X_{10} = 559,757 \text{ mm})$$

$$\text{Log } X_{25} = \overline{\text{Log } X} + K_T \times S \text{ Log } X = 2,551 + 1,98 \times 0,1542 = 2,856 \text{ mm } (X_{25} = 717,794 \text{ mm})$$

$$\text{Log } X_{50} = \overline{\text{Log } X} + K_T \times S \text{ Log } X = 2,551 + 2,05 \times 0,1542 = 2,867 \text{ mm } (X_{50} = 736,207 \text{ mm})$$

Periode Ulang (Tahun)	Nilai hujan Rencana XT (mm)
2	355,631
5	479,733
10	559,757
25	717,794

50	736,207
----	---------

d. Metode Log Pearson III

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

Tabel. Perhitungan periode ulang curah hujan rencana Metode Log Pearson III

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (x) (mm)	Log Xi	Log Xi-LogX	(Log Xi-LogX) ²	(Log Xi-LogX) ³	(Log Xi-LogX) ⁴
(1)	(2)	(3)	(4)		(5)	(5)	(5)
1	2010	552	2,742	0,191	0,0364516	0,0069594	0,0013287
2	2011	407	2,610	0,059	0,0034314	0,0002010	0,0000118
3	2012	564	2,751	0,200	0,0401053	0,0080316	0,0016084
4	2013	559	2,747	0,196	0,0385713	0,0075752	0,0014877
5	2014	226	2,354	-0,197	0,0387726	-0,0076346	0,0015033
6	2015	250	2,398	-0,153	0,0234323	-0,0035869	0,0005491
7	2016	285	2,455	-0,096	0,0092489	-0,0008895	0,0000855
8	2017	287	2,458	-0,093	0,0086740	-0,0008078	0,0000752
9	2018	369	2,567	0,016	0,0002563	0,0000041	0,0000001
10	2019	268	2,428	-0,123	0,0150998	-0,0018555	0,0002280
Jumlah		3767,000	25,510		0,214	0,007997	0,0068779
Log $\bar{X}$		2,5510					
S Log X		0,1542					
Cs		-0,17					
Ck		0,1553					
Cv		0,0605					

1. Rata-Rata ($\bar{X}$)

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} = \frac{25,510}{10} = 2,551$$

2. Standar Deviasi (S)

$$S \text{ Log } X = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n - 1} \right)^{0,5} = \left(\frac{0,214}{9} \right)^{0,5} = 0,154$$

3. Faktor Frekuensi (Cs atau G)

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)(S \text{ Log } X)^3} = \frac{0,079970466}{0,264071651} = 0,303$$

4. Koefisien Kepencengan (Cs)

$$Cs = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)(S)^3} = \sqrt{\frac{0,008}{0,026407}} = \sqrt{0,3028} = 0,174$$

5. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$6. \text{ Koefisien Variasi} = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4}}}{\frac{S}{\bar{X}}} = \sqrt{\frac{0,007}{0,28507}} = \sqrt{0,02413} = 0,155$$

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{0,154}{2,551} = 0,06045$$

Dari Hasil Interpolasi maka didapat nilai KT sebagai berikut:

$$T=2: \quad Cs = 0,303 \quad KT = -0,0535$$

$$T=5: \quad Cs = 0,303 \quad KT = 0,8480$$

$$T=10: \quad Cs = 0,303 \quad KT = 1,3364$$

$$T=250: \quad Cs = 0,303 \quad KT = 1,8801$$

$$T=50: \quad Cs = 0,303 \quad KT = 2,2346$$

$$\text{Log } X_2 = \overline{\text{Log } \bar{X}} + K_T \times S \text{ Log } X = 2,551 + 0,053 \times 0,154 = 2,543 \text{mm} (X_2 = 349,140 \text{mm})$$

$$\text{Log } X_5 = \overline{\text{Log } \bar{X}} + K_T \times S \text{ Log } X = 2,551 + 0,848 \times 0,154 = 2,682 \text{mm} (X_5 = 480,839 \text{mm})$$

$$\text{Log } X_{10} = \overline{\text{Log } \bar{X}} + K_T \times S \text{ Log } X = 2,551 + 1,336 \times 0,154 = 2,757 \text{mm} (X_{10} = 559,757 \text{mm})$$

$$\text{Log } X_{25} = \overline{\text{Log } \bar{X}} + K_T \times S \text{ Log } X = 2,551 + 1,880 \times 0,154 = 2,841 \text{mm} (X_{25} = 717,794 \text{mm})$$

$$\text{Log } X_{50} = \overline{\text{Log } \bar{X}} + K_T \times S \text{ Log } X = 2,551 + 2,234 \times 0,154 = 2,896 \text{mm} (X_{50} = 736,207 \text{mm})$$

Tabel Nilai Reduce Mean (Yn)

n	Yn	n	Yn	n	Yn	n	Yn	n	Yn
10	0.4952	31	0.5371	52	0.5493	73	0.5555	94	0.5592
11	0.4996	32	0.5380	53	0.5497	74	0.5557	95	0.5593
12	0.5035	33	0.5388	54	0.5501	75	0.5559	96	0.5595
13	0.5070	34	0.5396	55	0.5504	76	0.5561	97	0.5596
14	0.5100	35	0.5402	56	0.5508	77	0.5563	98	0.5598
15	0.5128	36	0.5410	57	0.5511	78	0.5565	99	0.5599
16	0.5157	37	0.5418	58	0.5515	79	0.5567	100	0.5600
17	0.5181	38	0.5424	59	0.5518	80	0.5569		
18	0.5202	39	0.5430	60	0.5521	81	0.5570		

19	0.5220	40	0.5436	61	0.5524	82	0.5672		
20	0.5236	41	0.5442	62	0.5527	83	0.5574		
21	0.5252	42	0.5448	63	0.5530	84	0.5576		
22	0.5268	43	0.5453	64	0.5533	85	0.5578		
23	0.5283	44	0.5458	65	0.5535	86	0.5580		
24	0.5296	45	0.5463	66	0.5538	87	0.5581		
25	0.5309	46	0.5468	67	0.5540	88	0.5583		
26	0.5320	47	0.5473	68	0.5543	89	0.5585		
27	0.5332	48	0.5477	69	0.5545	90	0.5586		
28	0.5343	49	0.5481	70	0.5548	91	0.5587		
29	0.5353	50	0.5485	71	0.5550	92	0.5589		
30	0.5362	51	0.5489	72	0.5552	93	0.5591		

Tabel Nilai Reduce *Standart Deviation* (Sd)

n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn
10	0.9496	31	1.1159	52	1.1638	73	1.1881	94	1.2032
11	0.9676	32	1.1193	53	1.1658	74	1.1890	95	1.2038
12	0.9833	33	1.1226	54	1.1667	75	1.1898	96	1.2044
13	0.9971	34	1.1255	55	1.1681	76	1.1906	97	2.2049
14	1.0095	35	1.1286	56	1.1960	77	1.1915	98	1.2055
15	1.0206	36	1.1313	57	1.1708	78	1.1923	99	1.2060
16	1.0316	37	1.1339	58	1.1721	79	1.1930	100	1.2065
17	1.0411	38	1.1363	59	1.1734	80	1.1938		
18	1.0493	39	1.1388	60	1.1747	81	1.1945		
19	1.0565	40	1.1413	61	1.1759	82	1.1953		
20	1.0628	41	1.1436	62	1.1770	83	1.1959		
21	1.0696	42	1.1458	63	1.1782	84	1.1967		
22	1.0754	43	1.1480	64	1.1793	85	1.1973		

23	1.0811	44	1.1499	65	1.1803	86	1.1987		
24	1.0864	45	1.1519	66	1.1814	87	1.1987		
25	1.0915	46	1.1538	67	1.1824	88	1.1994		
26	1.0861	47	1.1557	68	1.1834	89	1.2001		
27	1.1004	48	1.1547	69	1.1844	90	1.2007		
28	1.1047	49	1.1590	70	1.1854	91	1.2013		
29	1.1086	50	1.1607	71	1.1864	92	1.2020		
30	1.1124	51	1.1623	72	1.1873	93	1.2026		

Tabel Faktor Frekuensi K, untuk Distribusi Log Pearson Type III (G atau Cs)

Distribusi Log PEARSON Tipe III (Mencari Nilai G/Kt)								
	Return Periode							
Koefisien Cs/G	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.00	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.50	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.20	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.00	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.80	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.60	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.40	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.20	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.00	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.90	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.80	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.70	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.60	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960

0.50	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.40	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.30	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.20	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.10	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.00	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.10	0.017	0.836	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482	2.950
-0.20	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.30	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.40	0.050	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.50	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.60	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.70	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.80	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.90	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.00	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.20	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.40	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.60	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280
-1.80	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130
-2.00	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995	1.000
-2.20	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.50	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-3.00	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Lampiran C.4 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat (χ^2)

- a. Data curah hujan diurut dari besar ke kecil

Tabel Pengurutan data curah hujan dari besar ke kecil

No	Curah hujan rata-rata '(xi) (mm)	Xi diurut dari besar ke kecil
1	552	564
2	407	559
3	564	552
4	559	407
5	226	369
6	250	287
7	285	285
8	287	268
9	369	250
10	268	226

- b. Menghitung jumlah kelas

- Jumlah data (n) = 10
- Kelas distribusi (K) = $1 + 3,3 \log n$
 $= 1 + 3,3 \log 10$
 $= 4,3 \sim 5$ kelas

- c. Menghitung derajat kebebasan (Dk)

Dimana: P = untuk uji kuadrat adalah 2

$$\begin{aligned} Dk &= K - (P+1) \\ &= 5 - (2+1) \\ &= 2 \end{aligned}$$

- d. Menghitung harga χ^2_{Cr} dilihat dari Dk

Dimana derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil 5% dan $Dk=2$. Maka, nilai χ^2_{Cr} = 5,9910

- e. Menghitung nilai yang diharapkan (EF)

$$EF = \frac{n}{K} = \frac{10}{5} = 2$$

f. Menghitung Kelas Distribusi

- Kelas distribusi = $\frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$, interval distribusi adalah 20%: 40%: 60%: 80%

- Persentase 20%

$$P_{(x)} = 20\%, T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,20} = 5 \text{ tahun}$$

- Persentase 40%

$$P_{(x)} = 40\%, T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,40} = 2,5 \text{ tahun}$$

- Persentase 60%

$$P_{(x)} = 60\%, T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,60} = 1,67 \text{ tahun}$$

- Persentase 80%

$$P_{(x)} = 80\%, T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,80} = 1,25 \text{ tahun}$$

g. Menghitung interval kelas

- Distribusi Probabilitas Gumbel

Jumlah data (n) = 10

$Y_n = 0,4952$, $S_n = 0,9497$, berdasarkan tabel Nilai *Reduced Standart Deviation* (S_n)

dan Nilai *Reduced Mean* (Y_n)

$$Y_T = -\ln - \ln \frac{T-1}{T}, K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{Y_t - 0,4952}{0,9497}$$

Maka,

- $Y_n = 5$; $Y_t = 1,4999$; $K = 1,0579$
- $Y_n = 2,5$; $Y_t = 0,6717$; $K = 0,1859$
- $Y_n = 1,67$; $Y_t = 0,0907$; $K = -0,4259$
- $Y_n = 1,25$; $Y_t = 0,4759$; $K = 1,0225$

Nilai $\bar{X} = 376,700$

Nilai $S = 136,242$

Interval Kelas $X_T = 376,700 + 136,242 \times K$

Sehingga, $X_{Tr} = \bar{X} + SK$

- $X_5 = 520,830 \text{ mm}$
- $X_{2,5} = 402,027 \text{ mm}$
- $X_{1,67} = 318,675 \text{ mm}$
- $X_{1,25} = 237,393 \text{ mm}$

- Distribusi Probabilitas Normal

Nilai K_T , berdasarkan nilai T dari table nilai Variabel Reduksi Gauss

- $T = 5$; maka $K_T = 0,84$
- $T = 2,5$; maka $K_T = 0,25$
- $T = 1,67$; maka $K_T = -0,25$
- $T = 1,25$; maka $K_T = -0,84$

Nilai $\bar{X} = 376,7$

Nilai $S = 136,2417$

Interval Kelas: $X_T = \bar{X} + K_T S$

$$X_T = 376,7 + 136,2417 \times K_T$$

Sehingga:

- $X_5 = 491,181 \text{ mm}$
- $X_{2,5} = 410,761 \text{ mm}$
- $X_{1,67} = 342,64 \text{ mm}$
- $X_{1,25} = 262,257 \text{ mm}$

▪ Distribusi Probabilitas Log Normal

Nilai K_T , berdasarkan nilai T dari table nilai Variabel Reduksi Gauss

- $T = 5$; maka $K_T = 0,84$
- $T = 2,5$; maka $K_T = 0,25$
- $T = 1,67$; maka $K_T = -0,25$
- $T = 1,25$; maka $K_T = -0,84$

Nilai $\overline{\text{Log } X} = 2,551$

Nilai $S \text{ Log } X = 0,1542$

Interval Kelas: $\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } X} + K_T \times S \text{ Log } X$

$$\text{Log } X_T = 2,551 + K_T \times 0,1542$$

Sehingga:

- $X_5 = 2,6805 \text{ mm (479,181 mm)}$
- $X_{2,5} = 2,5896 \text{ mm (388,686 mm)}$
- $X_{1,67} = 2,5125 \text{ mm (325,461 mm)}$
- $X_{1,25} = 2,4215 \text{ mm (263,936 mm)}$

▪ Distribusi Probabilitas Log Pearson III

Nilai K_T dihitung berdasarkan nilai C_s atau G

- $T = 5$; maka $K_T = 0,8379$
- $T = 2,5$; maka $K_T = 0,1299$
- $T = 1,67$; maka $K_T = -0,1061$
- $T = 1,25$; maka $K_T = -0,2241$

Nilai $\overline{\text{Log } X} = 2,551$

Nilai $S \text{ Log } X = 0,1542$

$$\text{Interval Kelas: } \log X_T = \overline{\log X} + K_T \times S \log X$$

$$\log X_T = \overline{2,551} + K_T \times 0,1542$$

Sehingga:

- $X_5 = 2,6802 \text{ mm (478 850 mm)}$
- $X_{2,5} = 2,5710 \text{ mm (372,391 mm)}$
- $X_{1,67} = 2,5346 \text{ mm (342,452 mm)}$
- $X_{1,25} = 2,5164 \text{ mm (328,397 mm)}$

Tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss (K_T)

No	Periode Ulang, T (Tahun)	K_T
1	1,001	-3,05
2	1,005	-2,58
3	1,010	-2,33
4	1,050	-1,64
5	1,110	-1,28
6	1,250	-0,84
7	1,330	-0,67
8	1,430	-0,52
9	1,670	-0,25
10	2,000	0
11	2,500	0,25
12	3,330	0,52
13	4,000	0,67
14	5,000	0,84
15	10,000	1,28
16	20,000	1,64
17	50,000	2,05
18	100,000	2,33
19	200,000	2,58
20	500,000	2,88
21	1000,000	3,09

h. Menghitung nilai χ^2

Tabel menghitung nilai χ^2 untuk distribusi Gumbel

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	$(\text{Of} - \text{Ef})^2$
					Ef
1	>520,830	2	3	1	1

2	402,027 - 520,830	2	1	-1	0,5
3	318,675 - 402,027	2	1	-1	0,5
4	157,521 - 318,521	2	5	3	4,5
5	<157,521	2	0	-2	2,0
Σ		10	10	χ^2	8

Tabel menghitung nilai χ^2 untuk distribusi Normal

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	$(Of - Ef)^2$
					Ef
1	>491,143	2	3	1	0,5
2	410,716 - 491,143	2	0	-2	2,0
3	342,640 - 410,716	2	2	0	0,0
4	262,257 - 342,640	2	3	1	0,5
5	<262,257	2	2	0	0,0
Σ		10	10	χ^2	3,0

Tabel menghitung nilai χ^2 untuk distribusi Log Normal

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	$(Of - Ef)^2$
					Ef
1	>479,181	2	3	1	0,5
2	388,686 - 479,181	2	1	-1	0,5
3	325,461 - 388,686	2	1	-1	0,5
4	263,936 - 325,461	2	3	1	0,5
5	<263,936	2	2	0	0,0
Σ		10	10	χ^2	2

Tabel menghitung nilai χ^2 untuk distribusi Log Pearson III

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	$(Of - Ef)^2$
					Ef

1	>478,850	2	3	1	0,5
2	372,391 - 478,850	2	1	-1	0,5
3	342,452 - 372,391	2	1	-1	0,5
4	328,397 - 342,452	2	0	-2	2,0
5	<328,397	2	5	3	4,5
Σ		10	10	χ^2	8

Lampiran D.5 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorof

Tabel Nilai ΔP Kritis Smirnov-Kolmogorof

N	Derajat Kepercayaan)			
	0,2	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	$1,07/N^{0,5}$	$1,22/N^{0,5}$	$1,36/N^{0,5}$	$1,693/N^{0,5}$

- a. Data curah hujan diurut dari besar ke kecil

Tabel Pengurutan data hujan dari besar ke kecil

No	Curah hujan rata-rata '(xi) (mm)	Xi diurut dari besar ke kecil
1	552	564
2	407	559
3	564	552
4	559	407
5	226	369
6	250	287
7	285	285
8	287	268
9	369	250
10	268	226

- b. Menentukan peluang teoritis masing-masing data, berdasarkan permasalahan setiap distribusi probabilitas

- Distribusi Gumbel

No	Curah hujan rata-rata '(xi) (mm)	Xi diurut dari besar ke kecil	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
a	b	c	d	e	f	g = e - d
1	552	564	0,02	1,37	0,10	1,36
2	407	559	0,02	1,34	0,13	1,32
3	564	552	0,02	1,29	0,17	1,27
4	559	407	0,03	0,22	0,33	0,20
5	226	369	0,03	-0,06	0,36	-0,09
6	250	287	0,04	-0,66	0,56	-0,70
7	285	285	0,04	-0,67	0,64	-0,71
8	287	268	0,04	-0,80	0,83	-0,84
9	369	250	0,04	-0,93	0,85	-0,97
10	268	226	0,05	-1,11	0,95	-1,15
						1,36

$$X = 376,700$$

$$S = 136,242$$

Rumus Weibull

$$P(X_i) = \frac{n+1}{i}$$

$$KT = f(t)$$

$$\Delta P \text{ Kritis} = 0,41$$

▪ Distribusi Normal

No	Curah hujan rata-rata '(xi) (mm)	Xi diurut dari besar ke kecil	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
a	b	c	d	e	f	g = e - d
1	552	564	0,02	1,37	0,10	0,08
2	407	559	0,02	1,34	0,13	0,11
3	564	552	0,02	1,29	0,17	0,15
4	559	407	0,03	0,22	0,33	0,30
5	226	369	0,03	-0,06	0,36	0,33
6	250	287	0,04	-0,66	0,56	0,52
7	285	285	0,04	-0,67	0,64	0,61
8	287	268	0,04	-0,80	0,83	0,79
9	369	250	0,04	-0,93	0,85	0,81
10	268	226	0,05	-1,11	0,95	0,90
						0,90

$$X = 376,700$$

$$S = 136,242$$

Rumus Weibull

$$P(X_i) = \frac{n+1}{i}$$

$$KT = f(t)$$

$$\Delta P \text{ Kritis} = 0,41$$

▪ Distribusi Log Normal

No	Curah hujan rata-rata '(xi) (mm)	Log Xi diurut dari besar ke kecil	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
a	b	c	d	e	f	g = e - d
1	564	2,751	4,00	1,30	0,11	-3,89
2	559	2,747	4,00	1,27	0,13	-3,87

3	552	2,742	4,01	1,24	0,18	-3,84
4	407	2,610	4,21	0,38	0,32	-3,90
5	369	2,567	4,29	0,10	0,34	-3,94
6	287	2,458	4,48	-0,60	0,54	-3,94
7	285	2,455	4,48	-0,62	0,63	-3,85
8	268	2,428	4,53	-0,80	0,83	-3,70
9	250	2,398	4,59	-0,99	0,85	-3,73
10	226	2,354	4,67	-1,28	0,95	-3,72
						-3,70

$$\text{Log } X = 2,551$$

$$S \text{ Log } X = 0,154$$

Rumus Weibull

$$P(X_i) = \frac{n+1}{i}$$

$$KT = f(t)$$

$$\Delta P \text{ Kritis} = 0,41$$

▪ Distribusi Log Pearson III

No	Curah hujan rata-rata '(xi) (mm)	Log Xi diurut dari besar ke kecil	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
a	b	c	d	e	f	g = e - d
1	564	2,751	4,00	1,30	0,11	-3,89
2	559	2,747	4,00	1,27	0,13	-3,87
3	552	2,742	4,01	1,24	0,18	-3,84
4	407	2,610	4,21	0,38	0,32	-3,90
5	369	2,567	4,29	0,10	0,34	-3,94
6	287	2,458	4,48	-0,60	0,54	-3,94
7	285	2,455	4,48	-0,62	0,63	-3,85
8	268	2,428	4,53	-0,80	0,83	-3,70
9	250	2,398	4,59	-0,99	0,85	-3,73
10	226	2,354	4,67	-1,28	0,95	-3,72
						-3,70

$$\text{Log } X = 2,551$$

$$S \text{ Log } X = 0,154$$

Rumus Weibull

$$P(X_i) = \frac{n+1}{i}$$

$$KT = f(t)$$

$$\Delta P \text{ Kritis} = 0,41$$

