

**EVALUASI SISTEM DRAINASE KOMPLEKS PERUMAHAN HADRAH  
VI DESA LAMBATEUNG KABUPATEN ACEH BESAR**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh:**

**ERZA FAWWAZ MUYASSAR**

**NIM. 150702092**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2022 M / 1442 H**

## LEMBAR PERSETUJUAN

### EVALUASI SISTEM DRAINASE KOMPLEKS PERUMAHAN HADRAH VI DESA LAMBATEUNG KABUPATEN ACEH BESAR

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana Dalam Prodi Teknik Lingkungan

Oleh

**ERZA FAWWAZ MUYASSAR**

**NIM. 150702092**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi

Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

**Aulia Rohendi, M.Sc**  
NIDN. 2010048202

Pembimbing II,

**T. Muhammad Ashari, M.Sc**  
NIDN. 2002028301

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

**Dr. Eng. Nur Aida, M.Sc**  
NIDN. 2016067801

**EVALUASI SISTEM DRAINASE KOMPLEKS PERUMAHAN HADRAH  
VI DESA LAMBATEUNG KABUPATEN  
ACEH BESAR**

**TUGAS AKHIR**

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Rabu, 12 Januari 2022

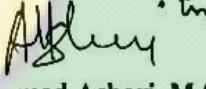
9 Jumadil Akhir 1443

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

  
Aulia Rohendi, M.Sc  
NIDN. 2010048202

Sekretaris,

  
T. Muhammad Ashari, M.Sc  
NIDN. 2002028301

Pengaji I,

  
Dr. Irhamni, S.T., M.T.  
NIDN. 0102107101

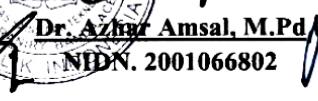
Pengaji II,

  
Vera Vienna, S.T., M.T.  
NIDN. 0123067802

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 di bawah ini:

Nama : Erza Fawwaz Muyassar

NIM : 150702092

Program Studi: Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Evaluasi Sistem Drainase Kompleks Perumahan Hadrah VI Desa  
Lambateung Kabupaten Aceh Besar

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan Tugas Akhir 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 dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah 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, 1 Desember 2021

Yang Menyatakan,



Erza Fawwaz Muyassar

## **ABSTRAK**

Nama	: Erza Fawwaz Muyassar
NIM	: 150702092
Program Studi	: Teknik Lingkungan
Judul	: Evaluasi Sistem Drainase Kompleks Perumahan Hadrah VI Desa Lambateung Kabupaten Aceh Besar
Tebal Halaman	: 87 halaman
Pembimbing 1	: Aulia Rohendi, S.T., M.Sc
Pembimbing 2	: Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc
Kta Kunci	: Evaluasi, Banjir, Drainase, Debit Rencana

Drainase adalah salah satu upaya teknis untuk mengurangi kelebihan air pada lahan atau kawasan, baik itu air hujan, air rembesan, maupun air irrigasi yang berlebihan dari lahan atau kawasan, sehingga lahan atau kawasan dapat beroperasi secara normal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi eksisting saluran drainase di kawasan Perumahan Hadrah VI Kajhu Aceh Besar yang rawan banjir. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Pendekatan kuantitatif yaitu metode pengumpulan data dan pengolahan data curah hujan, sedangkan pendekatan kualitatif yaitu hasil observasi lapangan. Hasil observasi awal, saluran drainase di Perumahan Hadrah VI lambateung sudah tidak mampu mengalirkan debit air disebabkan oleh jaringan drainase yang tidak sesuai, banyak drainase yang rusak dan tersumbat oleh sampah. Periode ulang yang dipakai pada Kompleks Perumahan Hadrah VI adalah 2 tahun. Hasil perhitungan debit rencana di kompleks Perumahan Hadrah VI Kajhu Aceh Besar adalah  $0,020091 \text{ m}^3/\text{detik}$  sedangkan debit saluran drainase yang dapat ditampung adalah  $0,1575 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $0,1872 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $0,1824 \text{ m}^3/\text{detik}$ , dan  $0,1596 \text{ m}^3/\text{detik}$ , dan bentuk saluran yang digunakan adalah persegi panjang. Disarankan untuk pihak Hadrah membuat lokasi catctment area atau area tangkapan air sementara di sekitar area komplek selama hujan deras, agar menampung air hujan dan limbah domestik secara bersamaan dan tidak meluap menjadi genangan di area kompleks.

## ABSTRACT

Name	: Erza Fawwaz Muyassar
NIM	: 150702092
Study Program	: Teknik Lingkungan
Title	: Evaluation of the Drainage System of Hadrah VI Housing Complex Lambateung Village, Aceh Besar District
Number of Pages	: 87 pages
Thesis Advisor 1	: Aulia Rohendi, S.T., M.Sc
Thesis Advisor 2	: Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc
Keywords	: Evaluation, Flood, Drainage, Discharge of rain plans

*Drainage is one of the technical efforts to reduce excess water in the land or area, be it rainwater, seepage water, or excessive irrigation water from the land or area, so that the land or area can operate normally. The purpose of this study was to determine the existing condition of the drainage channel in the Hadrah VI Kajhu Aceh Besar housing area which is prone to flooding. This study uses a quantitative and qualitative approach. The quantitative approach is the method of collecting data and processing rainfall data, while the qualitative approach is the result of field observations. The results of initial observations, the drainage channels in the Hadrah VI housing complex are no longer able to drain the water discharge due to an inappropriate drainage network, many drainages are damaged and clogged with garbage. The return period used in the Hadrah VI Housing Complex is 2 years. Calculation results in a complex design discharge Hadrah VI Housing Kajhu Aceh Besar is  $0.020091 \text{ m}^3/\text{sec}$  while the discharge of drainage channels that can be accommodated is  $0.1575 \text{ m}^3/\text{sec}$ ,  $0.1872 \text{ m}^3/\text{sec}$ ,  $0.1824 \text{ m}^3/\text{seconds}$ , and  $0.1596 \text{ m}^3/\text{second}$ , and the shape of the channel used is rectangular. It is recommended for hadrah to create a catchment area or temporary catchment area around the complex area during heavy rains, in order to accommodate rainwater and domestic waste simultaneously and does not overflow into puddles in complex areas.*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur dipanjangkan kepada kehadirat Allah SWT., yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua karena berkat pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Evaluasi Sistem Drainase Perumahan Hadrah VI Desa Lambateung Kabupaten Aceh Besar.”**

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk menyelesaikan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Kota Banda Aceh.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada pihak yang membantu dan mendukung penyelesaian proposal tugas akhir ini, yaitu :

1. Ibu Nur Aida, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Ibu Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc., selaku Sekretaris dan Koordinator Tugas Akhir Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam penulisan tugas akhir ini
4. Bapak Teuku Muhammad Ashari, S.T., M.Sc., selaku pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan serta pengarahan kepada penulis selama proses penulis Tugas Akhir
5. Kepada seluruh teman – teman yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir penelitian ini terdapat beberapa kekurangan, oleh karena itu penulis berharap adanya masukan berupa kritikan dan saran dari teman – teman semua untuk menyempurnakan tugas akhir

penelitian ini. Akhir kata, penulis berharap kepada Allah SWT., berkenan membalas bantuan yang telah diberikan oleh semua pihak. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi berbagai pihak yang membutuhkan.

Banda Aceh, 1 Desember 2021  
Penulis,

Erza Fawwaz Muyassar



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Manfaat Penelitian .....	2
1.5 Batasan Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Pengertian Drainase .....	4
2.2 Analisis Hidrologi .....	9
2.3 Analisis Hidrolika .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>20</b>
3.1 Prosedur Penelitian.....	20
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	20
3.3 Tahapan Penelitian .....	21
3.4 Analisis Data .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
4.1 Kondisi Eksisting Sistem Drainase .....	27
4.1.1 Analisis Hidrologi.....	28
4.1.2 Pengolahan data curah hujan .....	28
4.1.3 Perhitungan dan Pemilihan Metode Debit Rencana .....	29
4.1.4 Perhitungan Hujan Rencana dan Intensitas Hujan.....	30
4.1.5 Uji Distribusi Probabilitas .....	32
4.1.6 Perhitungan Intensitas Rencana Hujan .....	34
4.2 Analisis Hidrolika .....	37
4.2.1 Perhitungan Dimensi Saluran yang Ekonomis .....	37
4.2.2 Evaluasi Kondisi Saluran.....	38
4.2.3 Perencanaan Ulang Sistem Jaringan Drainase .....	39

<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>41</b>
5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran.....	41
 <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	 <b>43</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>45</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>75</b>

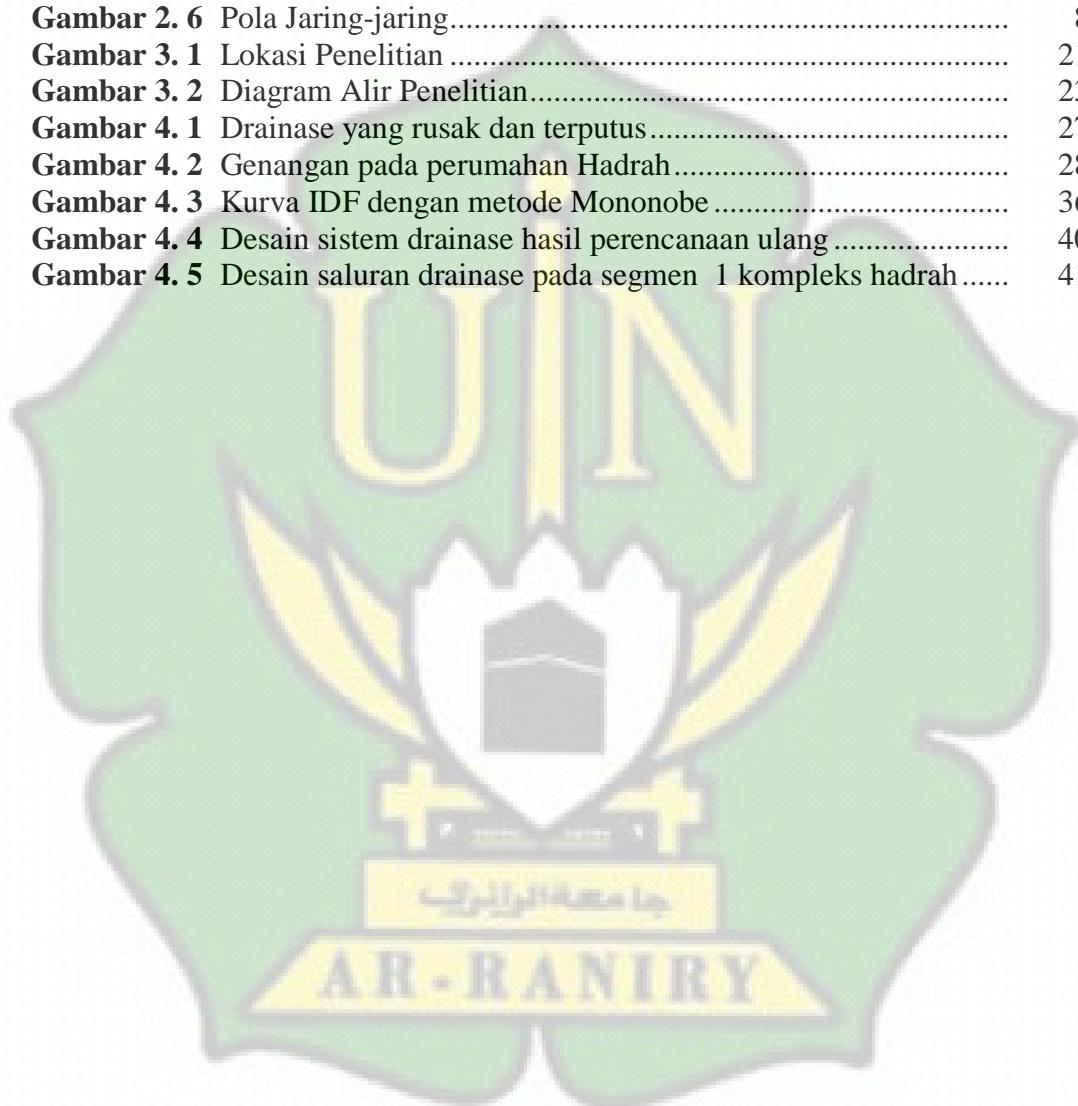


## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Syarat-Syarat Distribusi .....	12
<b>Tabel 2.2</b>	Penetapan PUH untuk Perencanaan Drainase Perkotaan .....	16
<b>Tabel 2.3</b>	Unsur-Unsur Geometris Penampang Saluran .....	17
<b>Tabel 2.4</b>	Nilai Koefisien Kekasarhan Manning (n) .....	18
<b>Tabel 3.1</b>	Ketetapan Kecepatan Aliran.....	25
<b>Tabel 4.1</b>	Rata-rata Curah Hujan Bulanan Maksimum tahun 2011-2020....	29
<b>Tabel 4.2</b>	Syarat-Syarat Distribusi .....	30
<b>Tabel 4.3</b>	Rekapitulasi curah hujan rencana distribusi Gumbel .....	31
<b>Tabel 4.4</b>	Rekapitulasi curah hujan rencana distribusi Normal.....	31
<b>Tabel 4.5</b>	Rekapitulasi curah hujan rencana distribusi Log Normal .....	32
<b>Tabel 4.6</b>	Rekapitulasi curah hujan rencana distribusi Log Pearson Type III .....	32
<b>Tabel 4.7</b>	Rekapitulasi nilai $\chi^2$ dan $\chi^2_{Cr}$ .....	33
<b>Tabel 4.8</b>	Hasil rekapitulasi $\Delta P$ .....	34
<b>Tabel 4.9</b>	Perhitungan periode ulang hujan metode normal.....	34
<b>Tabel 4.10</b>	Intensitas curah hujan dengan menggunakan metode Mononobe ..	35
<b>Tabel 4.11</b>	Perhitungan dimensi saluran ekonomis.....	37
<b>Tabel 4.12</b>	Perbandingan Debit Banjir Rencana Saluran dengan Kapasitas Saluran.....	38

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b>	Pola Jaringan Siku .....	6
<b>Gambar 2. 2</b>	Pola Jaringan Paralel .....	7
<b>Gambar 2. 3</b>	Pola Jaringan Grid Iron .....	7
<b>Gambar 2. 4</b>	Pola Jaringan Alamiah.....	7
<b>Gambar 2. 5</b>	Pola Jaringan Radial .....	7
<b>Gambar 2. 6</b>	Pola Jaring-jaring.....	8
<b>Gambar 3. 1</b>	Lokasi Penelitian .....	21
<b>Gambar 3. 2</b>	Diagram Alir Penelitian.....	23
<b>Gambar 4. 1</b>	Drainase yang rusak dan terputus .....	27
<b>Gambar 4. 2</b>	Genangan pada perumahan Hadrah .....	28
<b>Gambar 4. 3</b>	Kurva IDF dengan metode Mononobe .....	36
<b>Gambar 4. 4</b>	Desain sistem drainase hasil perencanaan ulang .....	40
<b>Gambar 4. 5</b>	Desain saluran drainase pada segmen 1 kompleks hadrah.....	41



## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran A.1 Bagan Alir Penelitian .....	44
Lampiran B.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	45
Lampiran C.1 Kondisi Kompleks Perumahan Hadrah VI .....	47
Lampiran D.1 Menghitung Rata-Rata Bulanan .....	48
Lampiran D.2 Menghitung Periode Curah Hujan Rencana .....	49
Lampiran D.3 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat ( $X^2$ ) .....	59
Lampiran D.4 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov .....	63
Lampiran E.1 Perhitungan Dimensi Saluran yang Ekonomi.....	67
Lampiran F.1 Desain Drainase Kompleks Perumahan Hadrah VI Persegi Segmen 1 .....	71
Lampiran F.2 Desain Drainase Kompleks Perumahan Hadrah VI Persegi Segmen 2 .....	72
Lampiran F.3 Desain Drainase Kompleks Perumahan Hadrah VI Persegi Segmen 3 .....	73
Lampiran F.4 Desain Drainase Kompleks Perumahan Hadrah VI Persegi Segmen 4 .....	74

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Drainase adalah salah satu upaya teknis untuk mengurangi kelebihan air pada lahan atau kawasan, baik itu air hujan, air rembesan, maupun air irigasi yang berlebihan dari lahan atau kawasan, sehingga lahan atau kawasan dapat beroperasi secara normal. Sistem drainase merupakan salah satu komponen penting infrastruktur perkotaan untuk mengatasi masalah banjir dan genangan air (Pania, 2013).

Secara umum, sistem drainase juga dapat diartikan sebagai rangkaian struktur air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air pada suatu area atau lahan, sehingga lahan tersebut dapat dimanfaatkan secara optimal. Bangunan sistem drainase terdiri dari saluran air penerima, saluran penampung air, saluran penerima, jalan utama dan badan air penerima. Di sepanjang sistem drainase sering dijumpai bangunan lain seperti gorong-gorong, jembatan air, pintu gerbang dan stasiun pompa. Salah satu kegagalan pada bangunan drainase disebabkan oleh adanya limpasan air pada saat hujan yang masuk ke drainase melebihi daya tampung sehingga air akan meluap dan dapat menyebabkan daerah tersebut tergenang. Hal ini erat kaitannya dengan volume air yang masuk, jika dimensi bangunan drainase yang dibangun terlalu kecil sedangkan volume air terlalu besar. Dari uraian tersebut, hal pertama yang harus dilakukan adalah perencanaan yang tepat agar sistem drainase dapat berfungsi dengan baik. Selanjutnya untuk memelihara sistem drainase dilakukan pemeliharaan dan partisipasi masyarakat juga diperlukan (Suripin, 2004).

Kompleks Perumahan Hadrah VI merupakan perumahan yang berada di Desa Lambateung, Kajhu, Kecamatan Baitussalam, Kabupaten Aceh Besar dengan luas daerah sekitar  $\pm$  1,2 Hektar, dengan jumlah rumah yaitu  $\pm$  90 perumahan. Berdasarkan hasil observasi awal, adapun keadaan drainase pada Kompleks Perumahan Hadrah VI cukup buruk dimana drainase pada Kompleks Perumahan tersebut banyak mengalami kerusakan. Kerusakan yang terjadi adalah di beberapa titik ditemukan keruntuhan saluran beton. Penyumbatan saluran disebabkan oleh

banyaknya sampah yang disebabkan kurang sadarnya masyarakat dalam menjaga lingkungan dan merawat saluran drainase. Hal ini menyebabkan drainase tidak berfungsi dengan baik sehingga pada saat turun hujan timbul genangan di banyak titik di Kompleks Perumahan Hadrah VI. Berdasarkan hal ini saya tertarik melakukan penelitian dengan judul “Evaluasi Sistem Drainase Kompleks Perumahan Hadrah VI desa Lambateung Kabupaten Aceh Besar”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem drainase pada kawasan Perumahan Hadrah VI Kajhu Aceh Besar?
2. Berapa debit rencana yang dapat ditampung oleh drainase di kawasan Perumahan Hadrah VI Kajhu Aceh Besar?
3. Bagaimana desain sistem jaringan drainase yang sesuai di kawasan Perumahan Hadrah VI Kajhu Aceh Besar?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui kondisi eksisting di kawasan Perumahan Hadrah VI Kajhu Aceh Besar.
2. Mengetahui debit rencana yang harus ditampung oleh drainase di kawasan Perumahan Hadrah VI Kajhu Aceh Besar.
3. Menghasilkan desain sistem jaringan drainase yang sesuai di kawasan Perumahan Hadrah VI Kajhu Aceh Besar.

## 1.4 Manfaat Penelitian

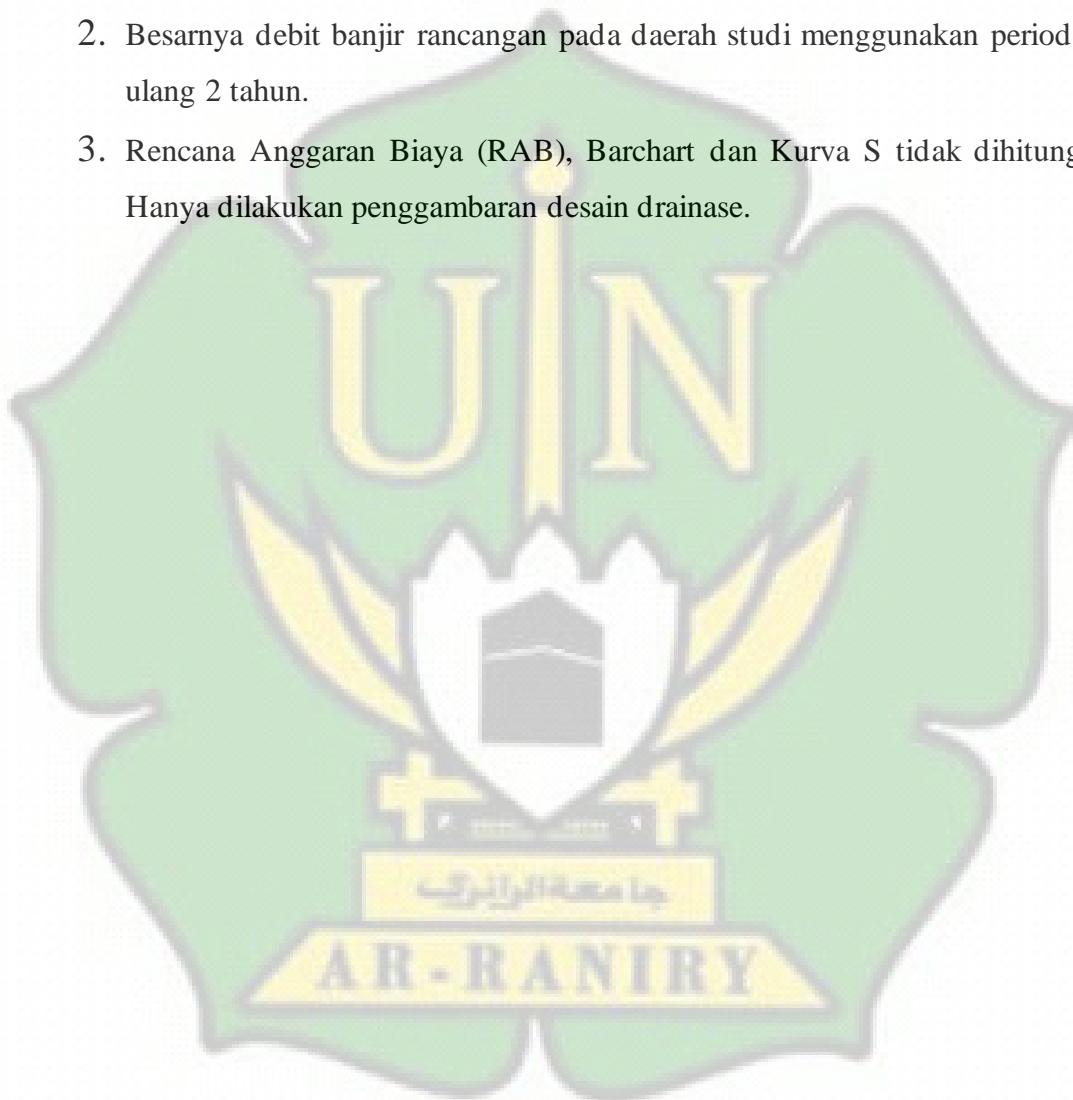
Adapun manfaat penelitian ini adalah dapat mengetahui:

1. Memberikan informasi tentang kelayakan sistem drainase eksisting sehingga bisa dirumuskan hal-hal yang harus diperhatikan untuk perbaikan kondisi sistem drainase.
2. Dengan desain sistem drainase yang sesuai, masalah banjir genangan yang terjadi bisa diminimalisir.

### 1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini perlu dilakukan batasan cakupan dan prosedur analisis untuk mengetahui seberapa jauh cakupan penelitian sehingga dapat memudahkan dalam pembahasan penelitian. Batasan penelitian mencakup hal-hal di bawah ini:

1. Evaluasi sistem drainase meliputi hanya sistem jaringan drainase pada kawasan Perumahan Hadrah VI Kajhu Aceh Besar.
2. Besarnya debit banjir rancangan pada daerah studi menggunakan periode ulang 2 tahun.
3. Rencana Anggaran Biaya (RAB), Barchart dan Kurva S tidak dihitung. Hanya dilakukan penggambaran desain drainase.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Drainase**

Drainase memiliki arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalirkan air. Biasanya diartikan menjadi Tindakan teknis buat mengurangi kelebihan air, baik yang dari berdasarkan air hujan, rembasa, juga kelebihan air irigasi berdasarkan tempat atau lahan, sebagai tempat atau fungsi lahan yang tidak terganggu (Rizky, 2016). Saluran drainase tadi bisa berupa saluran alami misalnya sungai, atau saluran yang sengaja dibangun misalnya parit, gorong-gorong atau pipa. Saluran drainase ini mempunyai banyak manfaat, diantaranya menghindari banjir, mengurangi jumlah kelebihan air pada suatu daerah, dan mengendalikan erosi tanah. Drainase perkotaan berfungsi (Nurhamidin, 2015).

1. Mengeringkan bagian daerah kota yang bagian atas lahannya lebih rendah berdasarkan genangan sebagai akibatnya tidak mengakibatkan efek negatif berupa kerusakan infrastruktur kota dan harta benda milik warga.
2. Mengalirkan kelebihan air bagian atas ke badan air terdekat secepatnya supaya tidak membanjiri atau menggenangi kota yang bisa mengganggu selain harta benda warga pula infrastruktur perkotaan.
3. Mengendalikan sebagian air bagian atas dampak hujan yang bisa dimanfaatkan menjadi persediaan air.
4. Meresapkan air bagian atas buat menjaga kelestarian air tanah.

##### **2.1.1 Klasifikasi drainase**

a. Drainase berdasarkan cara terbentuknya terbagi dua yaitu:

- 1) Drainase alamiah

Drainase alami merupakan drainase yang terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia. Drainase alami terbentuk dampak erosi air yang berlangsung lama, dan terbentuk dalam kondisi tanah dengan kemiringan yang cukup, sebagai akibatnya air mengalir ke sungai secara otomatis. Daerah menggunakan drainase alami yang relatif baik membutuhkan perlindungan yang lebih sedikit daripada wilayah dataran rendah, dan

wilayah ini dianggap menjadi genangan air yang kondusif dari wilayah anak sungai yang luas.

2) Drainase buatan

Drainase buatan merupakan sistem dengan tujuan tertentu yang adalah hasil rekayasa berdasarkan hasil perhitungan dan bertujuan untuk memperbaiki atau melengkapi kekurangan dari sistem drainase alami. Sistem drainase yang dihasilkan membutuhkan struktur spesifik misalnya parit, drainase batu, gorong-gorong, dan pipa (Fairizi, 2015).

b. Drainase berdasarkan sistem pengalirannya, terdiri dari dua jenis yaitu:

1) Drainase dengan sistem jaringan

Drainase dengan sistem jaringan merupakan sistem pengeringan atau pengaliran air dalam suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui sistem tata saluran menggunakan bangunan-bangunan pelengkap.

2) Drainase dengan sistem resapan

Drainase dengan sistem resapan adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air kedalam tanah.

c. Drainase berdasarkan tata letaknya, terdiri dari dua jenis yaitu:

1) Drainase permukaan tanah

Drainase permukaan tanah merupakan sistem drainase yang salurannya berada di atas permukaan tanah yang pengaliran air terjadi karena adanya beda tinggi permukaan saluran.

2) Drainase bawah permukaan tanah

Drainase bawah permukaan tanah merupakan sistem drainase yang dialirkan di bawah tanah umumnya karena dalam suatu area yang tidak memungkinkan untuk mengalirkan air di atas permukaan tanah.

d. Drainase berdasarkan fungsinya, terdiri dari dua jenis yaitu:

1) Drainase *single purpose*

Drainase *single purpose* adalah saluran drainase yang berfungsi untuk mengalirkan hanya satu jenis air buangan.

## 2) Drainase *multi purpose*

Drainase *multi purpose* adalah saluran drainase yang berfungsi untuk mengalirkan lebih dari satu jenis air buangan secara bercampur maupun bergantian.

e. Drainase berdasarkan konstruksinya, terdiri dari dua jenis yaitu:

### 1) Drainase saluran terbuka

Drainase saluran terbuka umumnya memiliki luasan yang relatif dan digunakan untuk mengalirkan air hujan atau air limbah yang tidak membahayakan bagi Kesehatan lingkungan.

### 2) Drainase saluran tertutup

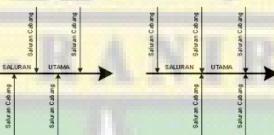
Drainase saluran tertutup ini sering digunakan untuk mengalirkan air limbah atau air kotor yang mengganggu Kesehatan lingkungan sekitar (Syafrianto, 2014).

### 2.1.2 Pola jaringan drainase

Sistem jaringan drainase terdiri dari beberapa saluran yang saling berhubungan sehingga menciptakan suatu pola jaringan. Dari bentuk pola jaringan bisa dibedakan sebagai berikut:

#### a. Pola siku

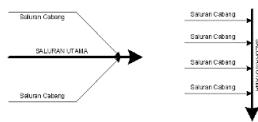
Pola siku adalah suatu pola menggunakan saluran cabang yang menciptakan siku-siku, saluran utama dan biasanya memiliki topografi sedikit lebih tinggi dari dalam sungai di mana sungai merupakan saluran pembuang primer berada di tengah kota. Pola jaringan siku dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2. 1 Pola Jaringan Siku**  
(Sumber: Wesli, 2008)

#### b. Pola Paralel

Pola paralel merupakan suatu pola di mana saluran primer terletak sejajar dengan saluran cabang yang bagian akhir saluran cabang dibelokkan menuju saluran primer. Pola jaringan paralel dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2. 2 Pola Jaringan Paralel**

(Sumber: Wesli, 2008)

c. Pola *grid iron*

Pola *grid iron* merupakan pola jaringan drainase dimana sungai terletak pada pinggiran kota sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dalam saluran pengumpul lalu dialirkan pada sungai. Pola jaringan *grid iron* dapat dilihat pada Gambar 2.3.

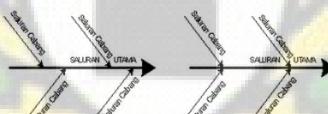


**Gambar 2. 3 Pola Jaringan Grid Iron**

(Sumber: Wesli, 2008)

d. Pola alamiah

Pola alamiah merupakan suatu pola jaringan drainase yang hampir sama dengan pola siku, dimana sungai sebagai saluran primer berada di tengah kota, tetapi jaringan saluran cabang tidak terlalu berbentuk siku terhadap saluran primer. Pola jaringan alamiah dapat dilihat pada Gambar 2.4.

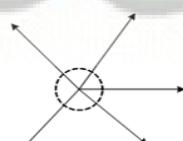


**Gambar 2. 4 Pola Jaringan Alamiah**

(Sumber: Wesli, 2008)

e. Pola radial

Pola radial merupakan pola jaringan drainase yang mengalirkan air dari pusat asal air dan memencar ke berbagai arah. Pola ini sangat cocok untuk wilayah berbukit. Pola jaringan radial dapat dilihat pada Gambar 2.5.

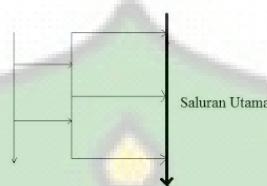


**Gambar 2. 5 Pola Jaringan Radial**

(Sumber: Wesli, 2008)

f. Pola jaring-jaring

Pola jaring-jaring merupakan pola drainase yang memiliki saluran-saluran pembuangan mengikuti arah jalan raya. Pola ini sangat cocok untuk wilayah dengan topografi datar (Tamimi,2015). Pola jaringan jaring-jaring dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2. 6 Pola Jaring-jaring**  
(Sumber: Wesli, 2008)

### 2.1.3 Genangan

Genangan berdasarkan kamus besar bahasa Indonesia, genangan berasal dari “genang” yang merupakan berhenti mengalir. Sehingga pengertian genangan air merupakan air yang berhenti mengalir dalam suatu area tertentu yang bukan badan air atau tempat air. Tetapi demikian bagi masyarakat secara umum, baik genangan juga banjir disamaratakan istilahnya menjadi banjir. Banjir dan genangan terjadi dalam suatu lokasi diakibatkan diantaranya sebagai berikut (Kurniawan, 2015):

a. Sebab pengaruh manusia:

- 1) Perubahan tata guna lahan
- 2) Pembuangan sampah
- 3) Kawasan kumuh di sepanjang sungai atau drainase
- 4) Penurunan tanah
- 5) Perencanaan sistem banjir tidak tepat
- 6) Tidak berfungsiya sistem drainase lahan
- 7) Kerusakan bangunan pengendali banjir

b. Sebab alami:

- 1) Erosi dan sedimentasi
- 2) Curah hujan
- 3) Pengaruh geofisik sungai
- 4) Kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai

- 5) Pengaruh air pasang
- 6) Penurunan tanah.

## 2.2 Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang mempelajari seluk beluk air, kejadian dan distribusinya, sifat fisik dan sifat kimianya, dan tanggapannya terhadap perilaku manusia dengan pengertian misalnya ini berarti ilmu hidrologi mencakup hampir semua masalah yang berkaitan dengan air, meskipun kemudian pada perkembangannya ilmu hidrologi lebih berorientasi pada suatu bidang tertentu saja (Pania, 2013). Analisis hidrologi dilakukan guna menerima besarnya intensitas curah hujan, sebagai dasar perhitungan debit rencana dalam suatu wilayah untuk mengevaluasi perencanaan sistem drainase. Hal ini bermanfaat untuk menentukan ukuran dan besaran hidroliknya. Sehingga diperlukan dapat membentuk rancangan yang bisa mencukupi kebutuhan debit rencana (debit maksimum). Dalam analisis hidrologi dilakukan beberapa tahap untuk memperoleh debit sampai pada tahun rencana yaitu:

- a. Pengumpulan data curah hujan
- b. Analisis frekuensi hujan
- c. Pemilihan jenis metode distribusi
- d. Analisis curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu
- e. Analisis intensitas hujan.

### 2.2.1 Analisis frekuensi hujan

Dalam merancang suatu bangunan drainase perlu dilakukan prediksi volume drainase maksimum yang direncanakan, tujuannya agar bangunan drainase yang direncanakan dapat menampung volume drainase maksimum, oleh karena itu perlu dilakukan analisis statistic frekuensi hujan di masa yang akan datang. Analisis distribusi frekuensi hujan dimaksudkan merupakan berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa hujan atau kejadian statistik lainnya yang berkaitan dengan frekuensi kejadian melalui penerapan distribusi probabilitas (Rahayu, 2017). Untuk memilih metode yang akan dipilih maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan parameter statistik, antara lain:

a. Nilai Rata-rata

Nilai rata-rata adalah nilai yang relatif representative dalam suatu distribusi.

Nilai rata-rata bisa digunakan untuk pengukuran suatu distribusi.

Persamaannya dapat dilihat pada 2.1.

$$\bar{R} = \frac{\sum Ri}{n}$$

Pers (2.1)

Keterangan:

$\bar{R}$ : tinggi curah hujan harian rata-rata (mm/hari)

$R_i$ : tinggi curah hujan pada tahun ke-i (mm/hari)

n: banyak data

b. Standar deviasi

Persamaannya dari standar deviasi dapat dilihat pada 2.2.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(Ri - \bar{R})^2}{n - 1}}$$

Pers (2.2)

Keterangan:

Sd: standar deviasi

$\bar{R}$ : tinggi curah hujan rata-rata pada DAS (mm/hari)

$R_i$ : tinggi curah hujan pada tahun ke-i (mm/hari)

n: banyak data

c. Koefisien kemencengan (*skewness coefficient*)

Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Persamaannya dapat dilihat pada 2.3.

$$Cs = \frac{\sum(Ri - \bar{R})^3 n}{(n - 1)(n - 2).Sd^3}$$

Pers (2.3)

Keterangan:

Cs: Koefisien *skewness*

Sd: Standar deviasi

$\bar{R}$ : tinggi curah hujan rata-rata pada DAS (mm/hari)

$R_i$ : tinggi curah hujan pada tahun ke-i (mm/hari)

n: banyak data

d. Koefisien kurtosis

Pengukuran kurtosis dimaksud untuk mengukur keruncingan berdasarkan bentuk kurva distribusi, yang biasanya dibandingkan dengan distribusi normal Persamaannya dapat dilihat pada 2.4.

$$Ck = \frac{\sum(R_i - \bar{R})^4 n^2}{(n-1)(n-2)(n-3).Sd^4}$$

Pers (2.4)

Keterangan:

Ck: Koefisien *kurtosis*

Sd: Standar deviasi

$\bar{R}$ : tinggi curah hujan rata-rata pada DAS (mm/hari)

R<sub>i</sub>: tinggi curah hujan pada tahun ke-i (mm/hari)

n: Banyak data

e. Koefisien variasi (*variation coefficient*)

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata hitung suatu distribusi. Persamaannya dapat dilihat pada 2.5.

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{R}}$$

Pers (2.5)

Keterangan:

Sd: Standar deviasi

$\bar{R}$ : tinggi curah hujan rata-rata (mm/hari)

## 2.2.2 Pemilihan jenis distribusi

Dalam ilmu statistika dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, dimana masing-masing distribusi memiliki sifat-sifat khas sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaianya dengan sifat statistic masing-masing distribusi (Tamimi, 2015). Dalam kajian ini digunakan beberapa jenis distribusi yang kemudian dipilih salah satu distribusi yang memenuhi syarat. Syarat distribusi tersebut diantaranya adalah (Tamimi, 2015):

a. Distribusi Normal

Dalam analisis hidrologi distribusi normal sering dipakai untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik berdasarkan distribusi curah hujan

tahunan dan debit rata-rata tahunan. Distribusi tipe normal, memiliki koefisien kemencengan atau  $C_s \approx 0$  dan  $C_k \approx 3$ .

b. Distribusi Log Normal

Distribusi log normal adalah hasil transformasi berdasarkan distribusi normal, yaitu dengan mengganti varian X menjadi nilai logaritmik varian X. distribusi ini bisa diperoleh juga dari distribusi log pearson type III, jika nilai koefisien kemencengan  $C_s \approx 0$ . Distribusi log normal mempunyai koefisien kemencengan atau  $C_s = Cv^3 + 3Cv$ . Syarat lain dari distribusi log normal adalah  $C_k = Cv^8 + Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$ .

c. Distribusi Log Pearson Type III

Distribusi log pearson type III digunakan untuk menganalisis variabel hidrologi dengan nilai varian minimum contohnya analisis frekuensi distribusi berdasarkan debit minimum. Distribusi log type III, memiliki koefisien variasi mendekati dengan 0,3 dan  $C_s \neq 0$ . Rekapitulasi syarat-syarat metode distribusi dapat dilihat pada Tabel 2.1

**Tabel 2. 1** Syarat-Syarat Distribusi

No	Distribusi	Persyaratananya
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2	Log Normal	$C_s = Cv^3 + 3Cv$ $C_k = Cv^8 + Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
3	Log Pearson III	$C_s \neq 0$ $Cv \approx 0,3$
4	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$

(Sumber: Tamimi, 2015)

d. Distribusi Gumbel

Distribusi gumbel digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir. Ciri khas statistik distribusi gumbel adalah nilai *koefisien skewness* salam dengan  $C_s = 1,14$  dan *kurtosis*  $C_k = 5,4002$

### 2.2.3 Analisis curah hujan rencana

Dalam menganalisis intensitas curah hujan, pertama-tama menghitung periode ulang hujan pada suatu wilayah. Periode ulang merupakan waktu hipotesis di mana jumlah curah hujan tertentu akan sama atau melebihi (Tamimi,2015). Dalam perencanaan drainase, periode ulang yang dipakai tergantung pada jenis drainase, fungsi saluran, umur ekonomis dan wilayah tangkapan air yang akan dikeringkan. Rencana analisis curah hujan dipakai untuk memilih curah hujan harian maksimum untuk periode ulang tertentu.

Metode yang digunakan untuk perhitungan curah hujan rencana ini adalah Metode Normal, Metode Log Normal, Metode Log Pearson III dan metode Gumbel (Tamimi,2015).

#### a. Metode Normal

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan dengan metode ini dapat dilihat pada 2.6.

$$XT = \bar{X} + K_t \cdot S$$

Pers (2.6)

Keterangan:

$K_t$  = Faktor frekuensi (*variabel reduksi Gauss*)

#### b. Metode Log Normal

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan dengan metode ini dapat dilihat pada 2.7.

$$YT = Y + K_t \cdot S$$

Pers (2.7)

Keterangan:

$YT$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang  $T$  tahun.

$Y$  = nilai rata-rata hitungan sampel.

#### c. Metode Log Pearson III

Log Pearson III Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Gantilah data  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  menjadi data dalam bentuk logaritma, yaitu:

$$\log X_1$$

Pers(2.8)

2. Hitung harga rata-rata:

$$\log \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i$$

Pers (2.9)

3. Hitung harga simpangan baku:

$$S = \left[ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_t - \log \bar{X})^2 \right]^{1/2}$$

Pers (2.10)

4. Hitung koefisien kemencengan:

$$C_S = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2).S^3}$$

Pers (2.11)

5. Hitung logaritma hujan dengan periode ulang T:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K.s$$

Pers (2.12)

Keterangan:

K = Koefisien

d. Metode Gumbel

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana dengan metode gumbel dapat dilihat pada 2.13.

$$X_t = X_r + (K.Sd)$$

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

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (X_t - X_r)^2}{n-1}}$$

Pers (2.13)

Keterangan:

$Y_n$  = Harga rata-rata *reduced mean*

$S_n$  = *Reduced Standard Deviation*

$Y_t$  = *Reduced variate*

$X_t$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T tahun.

$X_r$  = Curah hujan rata-rata (mm)

$Sd$  = Standar deviasi

$n$  = Banyaknya data.

#### 2.2.4 Uji Kecocokan

Parameter data hasil uji beberapa metode analisis frekuensi yang akan dipakai untuk menghitung intensitas curah hujan perlu diuji. Ada dua cara yang sering dipakai pada pengujian distribusi frekuensi sampel, yaitu:

a. Uji Chi-Kuadrat

Rumus yang digunakan dalam perhitungan ini sebagai berikut (Alvin, 2017):

$$X^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$
Pers (2.14)

Keterangan:

$X^2$  = Parameter chi-kuadrat terhitung

n = jumlah sub kelompok

$O_i$  = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-i

$E_i$  = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Adapun uji kecocokan ini disebut juga uji sebagai uji kecocokan non parameter, karena penggunaannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Kartina, 2017). Adapun pengujinya sebagai berikut:

- 1) Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.
- 2) Tentukan nilai masing-masing peluang teoritisnya dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).
- 3) Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih tersebarnya antara peluang pengamatan dengan teoritisnya.

$$D = |P'(x <) - P(x <)|$$
Pers (2.15)

Keterangannya:

D = Selisih terbesar antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis

$P'(x <)$  = Peluang teoritis dari masing-masing data.

$P(x <)$  = Peluang dari masing -masing data.

- 4) Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov*) tentukan harga Do
  - Apabila  $D < Do$ , maka distribusi teoritis dapat diterima.
  - Apabila  $D > Do$ , maka distribusi teoritis tidak dapat diterima.

## 2.2.5 Analisis Intensitas Hujan

Analisis Intensitas hujan merupakan tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan merupakan makin singkat hujan berlangsung intensitasnya adalah cenderung semakin tinggi dan semakin besar periode ulangnya

maka meningkat juga intensitasnya (Suryaman, 2013). Intensitas hujan bisa dihitung dengan menggunakan persamaan Mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[ \frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}}$$
Pers (2.16)

Keterangan:

$I$  = Intensitas Hujan (mm/jam)

$t$  = Waktu konsentrasi (jam)

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

## 2.2.6 Analisis periode ulang hujan (PUH)

Periode ulang hujan merupakan suatu periode yang berulang dalam ukuran tertentu yang mana peristiwa hujan dengan intensitasnya sama berulang kembali. Periode ulang hujan adalah 2,5,10,25,50,100 tahun, disesuaikan dengan kebutuhan. Biasanya desain saluran sekunder dipakai PUH 5 tahun, saluran utama dipakai PUH 10 tahun, daerah layanan  $\leq 50$  hektar digunakan PUH (2 – 10) tahun dan daerah layanan  $> 50$  hektar digunakan PUH (10 – 25) tahun (Sarbidi,2014). Penetapan periode ulang hujan ini digunakan untuk menentukan besarnya kapasitas saluran atau bangunan drainase. Hal ini berkaitan dengan penentuan skala prioritas berdasarkan kemampuan pembiayaan, risiko dan teknologi yang akan dipakai. Adapun penentuan PUH yang dipakai pada perencanaan drainase misalnya Tabel 2.2.

**Tabel 2. 2** Penetapan PUH untuk Perencanaan Drainase Perkotaan

Jenis Kawasan	Saluran Primer	Saluran Sekunder	Saluran Tersier
Permukiman			
-Kota Sedang	10-20 tahun	2-5 tahun	2-5 tahun
-Kota Kecil	5-10 tahun	2-5 tahun	2-5 tahun
Industri	2-5 tahun	2 - 5 tahun	2 - 5 tahun
Perumahan	5-20 tahun	2 - 5 tahun	2 - 5 tahun

(Sumber: Irawan, 2017)

### 2.2.7 Debit rencana

Perhitungan debit rencana dilakukan dengan menggunakan persamaan rasional . Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Pania, 2013):

$$Q_r = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Pers (2.17)

Keterangan:

$Q_r$  = Debit Rencana ( $m^3/detik$ )

C = Koefisien Pengaliran

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran ( $km^2$ )

### 2.3 Analisis Hidrolik

#### 2.3.1 Penampang saluran

Penampang saluran drainase dengan penampang melintang yang berbeda direncanakan dengan rumus-rumus dalam Tabel 2.3.

**Tabel 2. 3 Unsur-Unsur Geometris Penampang Saluran**

Penampang Melintang	Area (A)	Keliling Penampang Basah (P)	Radius (R)	Lebar Atas (T)	Kedalaman n (D)
Persegi Panjang	$Bh$	$B + 2h$	$\frac{bh}{b + 2h}$	$b$	$h$
Trapesium	$(b + zh)h$	$b + 2h\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + zh)h}{b + 2h\sqrt{1 + z^2}}$	$B + 2y$	$\frac{(b + zh)h}{b + 2z}$
Segitiga	$Zh^2$	$2h\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{zh}{2\sqrt{1 + z^2}}$	$2zh$	$\frac{1}{2h}$

(Sumber: Chow, 1997)

### 2.3.2. Kekasaran saluran

Kekasaran permukaan ditandai dengan adanya ukuran dan bentuk butiran bahan yang membentuk luas basah dan menyebabkan efek hambatan terhadap aliran. Koefisien kekasaran permukaan bisa ditentukan oleh beberapa hal, diantaranya material padat yang terangkut dan terendap pada saluran, bahan atau material saluran, umur saluran dan aliran lateral yang mengganggu (Audi, 2017). Nilai koefisien kekasaran *Manning* dapat dilihat pada Tabel 2.4.

**Tabel 2. 4** Nilai Koefisien Kekasaran Manning (n)

No	Tipe Saluran dan Jenis Bahan	Minimum	Harga Normal	Maksimum
1	Beton			
	• Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,010	0,011	0,013
	• Gorong-gorong dengan lengkungan dan sedikit kotoran gangguan	0,011	0,013	0,014
	• Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	• Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,013	0,015	0,017
2	Tanah, lurus dan seragam			
	• Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	• Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	• Berkerikil	0,022	0,025	0,030
	• Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3	Saluran alam			
	• Bersih lurus	0,025	0,030	0,033
	• Bersih berkelok-kelok Bersih	0,033	0,040	0,045
	• Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,080
	• Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0,025	0,030	0,035
	• Saluran di belukar	0,035	0,050	0,070

(Sumber: Chow, 1997)

### 2.3.3. Kecepatan aliran

Kecepatan aliran pada saluran umumnya sangat bervariasi dari satu titik ke titik lainnya. Hal ini disebabkan adanya tegangan geser pada dasar dan dinding

saluran dan keberadaan permukaan bebas. Kecepatan aliran harus diperhitungkan, supaya tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu lambat, jika kecepatan aliran terlalu tinggi, air bisa memperpendek usia penampang saluran, sedangkan jika kecepatan aliran terlalu rendah, maka akan menyebabkan mengendapnya sedimen yang terbawa oleh air dan tumbuhnya tumbuhan pengganggu (Fernanda,2017). Perhitungan kecepatan aliran terbuka menggunakan persamaan yang bisa dilihat pada 2.18

$$V = \frac{1}{N} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Pers (2.18)

Keterangan:

$V$  = Kecepatan aliran rata-rata dalam saluran (m/det)

$N$  = Koefisien kekasaran *Manning*

$R$  = Jari-jari hidrolis saluran (m)

$S$  = Kemiringan dasar saluran

### 2.3.4 Kapasitas saluran drainase

Kapasitas saluran drainase adalah besarnya daya tampung suatu saluran yang dihitung berdasarkan debit maksimum. Kapasitas pengaliran sungai dihitung menurut rumus *Manning*, dimana perhitungannya berdasarkan atas nilai pengukuran profil yaitu *long section* dan *cross section* saluran drainase (Manahan, 2017). Persamaan yang bisa dilihat pada 2.19

$$Q_s = V \times A$$

Pers (2.19)

Keterangan:

$Q_s$  = Debit aliran dalam saluran ( $m^3/det$ )

$V$  = Kecepatan aliran dalam saluran (m/det)

$A$  = Luas penampang basah saluran ( $m^2$ )

### 2.3.5 Evaluasi kapasitas saluran drainase

Membandingkan debit rencana ( $Q_r$ ) dengan kapasitas saluran ( $Q_s$ ) (Supriyani, 2012), apabila:

- $Q_r < Q_s$  berarti saluran mampu menampung debit yang terjadi.
- $Q_r > Q_s$  berarti saluran tidak mampu menampung debit yang terjadi.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

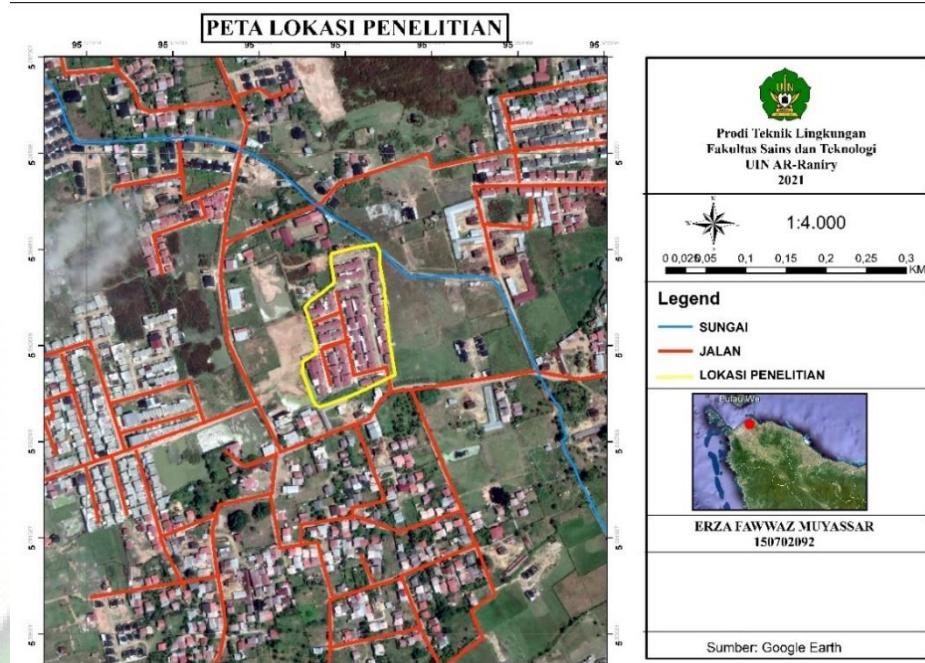
#### **3.1 Prosedur Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Penelitian kuantitatif dapat digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif atau statistik. Pendekatan kuantitatif yaitu metode penelitian yang menggunakan data-data yang dikumpulkan seperti pengumpulan data curah hujan yang diperoleh data satelit. Penelitian kualitatif digunakan untuk meneliti pada kondisi objek yang alamiah, dimana peneliti menggunakan instrumen kunci, teknik pengumpulan data dilakukan secara triangulasi (gabungan), analisis data bersifat induktif atau kualitatif. Pendekatan kualitatif yaitu metode penelitian yang menggunakan narasi untuk menganalisis data yang ada seperti mengamati kondisi eksisting drainase.

#### **3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Kegiatan penelitian akan dilaksanakan mulai tahapan penyusunan proposal, pengambilan data, penyusunan/pengolahan data, serta tahap pelaporan, seluruh tahapan ini dilakukan dari bulan Januari 2021 hingga Januari tahun 2022 (Lampiran B).

Penelitian dilakukan di perumahan Hadrah VI, Desa Lambateung, Kajhu, Kec. Baitussalam, Kab. Aceh Besar. Kompleks Perumahan ini merupakan daerah rawan banjir dan genangan, sehingga perlu adanya penanganan banjir. Lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.



**Gambar 3.1 Lokasi Penelitian**

### 3.3 Tahapan Penelitian

#### a. Tahap persiapan

Tahap persiapan ini dilakukan untuk melihat kebutuhan data dan informasi yang terdapat pada lapangan, tahapan ini meliputi:

- 1) Observasi lapangan terhadap masalah yang ada.
- 2) Membuat dokumen-dokumen yang akan dibutuhkan dalam penelitian

#### b. Tahap pengambilan data

Tahapan pengambilan data pada penelitian ini berupa data primer dan data sekunder, data primer yaitu data yang diambil langsung dari lapangan, sedangkan data sekunder yaitu data pendukung yang dapat diperoleh dari data Satelit International Research Institute for Climate and Society

##### 1. Data primer

Adapun data-data primer yang harus dikumpulkan sebagai berikut:

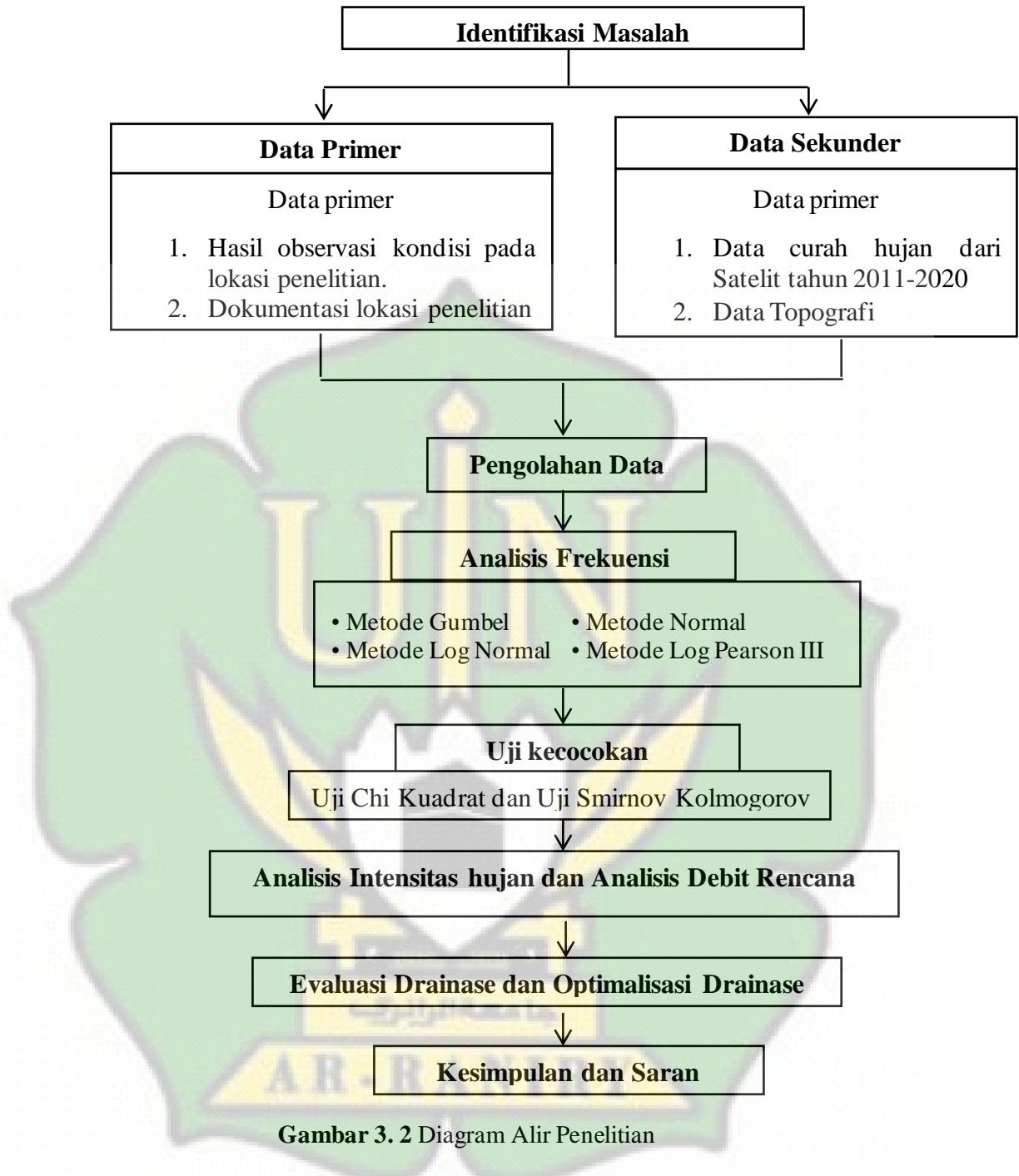
- 1) Hasil observasi kondisi pada lokasi penelitian.
- 2) Dokumentasi lokasi penelitian

##### 2. Data sekunder

Adapun data yang dibutuhkan pada data ini berupa literatur, dokumen, serta laporan-laporan yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Data sekunder yang dibutuhkan meliputi data aspek dasar yaitu:

1. Data hidrologi, data ini berupa data Satelit International Research Institute for Climate and Society untuk tahun 2011-2020
  2. Data Topografi
- c. Tahapan analisis data

Tahapan analisis data ini dilakukan dengan mengevaluasi keadaan drainase, Pertama yaitu melakukan perbandingan antara drainase yang di lapangan dengan kriteria bentuk drainase dari Dinas PUPR, jika drainase di lapangan tidak sesuai dengan kriteria dari Dinas PUPR maka drainase tersebut harus didesain ulang agar memenuhi kriteria yang telah ditetapkan dan menghitung debit air yang dapat dialirkan oleh drainase dengan menghitung data curah hujan dan debit banjir yang dimana data tersebut diperoleh dari data Satelit International Research Institute for Climate and Society untuk tahun 2011-2020. Kedua yaitu melihat apakah pola drainase tersebut mengalir dengan benar, jika terdapat aliran yang terputus, maka digambarlah pola aliran jaringan drainase yang baru agar aliran drainase dapat teralirkan dengan baik. Ketiga yaitu menggambarkan kembali elevasi drainase agar tidak terjadi perbedaan tinggi rendah permukaan yang dapat menyebabkan terputusnya aliran drainase. Tahapan-tahapan pada penelitian ini secara skematis dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

### 3.4 Analisis Data

#### 3.4.1 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi yaitu:

- Pengambilan data curah hujan dari data Satelit International Research Institute for Climate and Society untuk tahun 2011-2020. Dan data yang diambil adalah data maksimum setiap bulan yang dirata-ratakan.

2. Analisis frekuensi hujan, sebelum menentukan metode yang dipilih maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan parameter statistik, yaitu menghitung Nilai rata-rata, Standar deviasi, Koefisien kemencengan, Koefisien kurtosis dan Koefisien variasi untuk menentukan metode apa yang akan dipakai.
3. Analisis curah hujan rencana digunakan untuk mendapatkan curah hujan rencana dengan menggunakan 4 metode, yaitu Metode Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson III
4. Uji kecocokan data menggunakan 2 pengujian yaitu Uji chi-Kuadrat dan uji Smirnov-Kolmogorov
5. Analisis intensitas hujan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Mononobe dan selanjutnya dibuat kurva IDF (Intensitas Durasi Frekuensi)
6. Analisis debit rencana yaitu menentukan debit banjir rencana, metode yang digunakan adalah metode Rasional. Pada metode ini dibutuhkan nilai Koefisien limpasan, intensitas hujan dan luas area tangkapan hujan (Pania, 2013).

$$Q_r = 0,278 \cdot C.I.A$$

Pers (3.1)

Keterangan:

$Q_r$  = Debit aliran dalam saluran ( $m^3$ )

$V$  = Kecepatan aliran dalam saluran (m/det)

$A$  = Luas penampang basah saluran ( $m^2$ )

### 3.4.2 Analisis Hidrolik

1. Kecepatan aliran pada aliran terbuka menggunakan ketentuan seperti Tabel 3.1.

**Tabel 3. 1 Ketetapan Kecepatan Aliran**

Jenis Bahan	Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/det)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0.50
Lanau aluvial	0.60
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasal	1,20
Batu-batu besar	1,50
Pasangan batu	1,50
Beton	1,50
Beton bertulang	1,50

(Sumber: SNI 03-3424-1994)

2. Kapasitas saluran drainase eksisting yang mana perhitungannya berdasarkan hasil dari luas penampang saluran dan kecepatan saluran. Persamaannya yaitu:

$$Q_s = V \times A$$

Pers (3.2)

Keterangan:

 $Q_s$  = Debit aliran dalam saluran ( $m^3$ ) $V$  = Kecepatan aliran dalam saluran (m/det) $A$  = Luas penampang basah saluran ( $m^2$ )

3. Evaluasi kapasitas saluran drainase yaitu membandingkan debit rencana ( $Q_r$ ) dengan kapasitas saluran ( $Q_s$ ), apabila:
- $Q_r < Q_s$ , berarti saluran mampu menampung debit yang terjadi.
  - $Q_r > Q_s$ , berarti saluran tidak mampu menampung debit yang terjadi.
4. Mencari luas penampang basah menggunakan persamaan:

$$A = \frac{Q}{V}$$

Pers (3.3)

Keterangan:

$A$  = Luas Penampang basah ( $m^2$ )

$Q$  = Debit aliran ( $m^3 / det$ )

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

5. Merencanakan dimensi saluran drainase dengan menggunakan penampang saluran persegi dengan persamaan:

$$A = b \times h$$

$$P = b + 2h$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Pers (3.4)

Keterangan:

$A$  = Luas penampang ( $m^2$ )

$h$  = Kedalam air (m)

$b$  = Lebar saluran (m)

$P$  = Keliling basah

$R$  = Jari-jari hidrolis saluran (m)

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

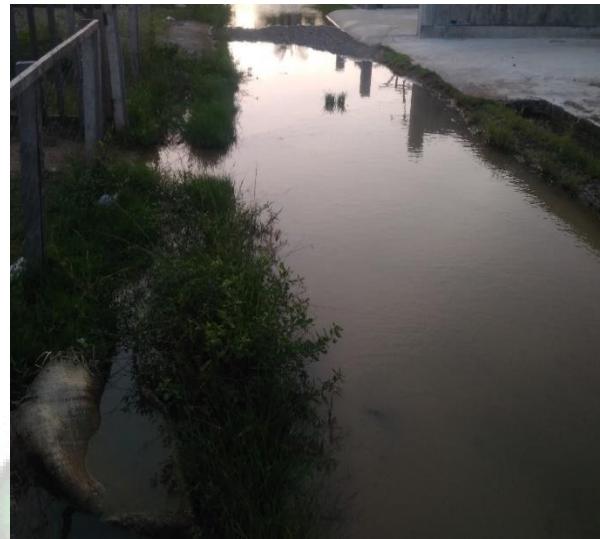
#### **4.1 Kondisi Eksisting Sistem Drainase**

Kondisi Eksisting pada kompleks perumahan hadrah VI cukup buruk, dimana drainase perumahan hadrah banyak mengalami kerusakan. Kerusakan yang terjadi adalah di beberapa titik ditemukan keruntuhan saluran beton. Penyumbatan saluran disebabkan oleh banyaknya sampah yang disebabkan kurang sadarnya masyarakat dalam menjaga lingkungan dan merawat saluran drainase, sedangkan untuk tempat pengaliran drainase tidak tersedia walaupun ada sungai yang dapat digunakan untuk mengalirkan air drainase. Untuk gambaran drainase yang rusak dan terputus bisa dilihat pada Gambar 4.1.



**Gambar 4. 1 Drainase yang rusak dan terputus**

Pada saat hujan turun kondisi perumahan hadrah VI selalu terjadi genangan. Genangan terjadi karena air rembasan tidak dapat mengalir, dikarenakan drainase yang rusak dan sistem jaringan drainase yang tidak sesuai. Di sekitar perumahan tersebut terdapat lahan kosong yang bisa dimanfaatkan sebagai lahan resapan air akan tetapi lahan ini tidak dapat menampung air hujan yang tinggi dikarenakan masalah drainase tersebut. Untuk genangan yang terjadi dikompleks perumahan Hadrah VI dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4. 2 Genangan pada perumahan Hadrah**

#### **4.1.1 Analisis Hidrologi**

Analisis hidrologi dilakukan untuk mengetahui secara detail mengenai parameter hidrologi pada sistem drainase perumahan Hadrah. Yang dihasilkan dari analisis hidrologi ini berupa debit rencana untuk mengevaluasi sistem drainase perumahan Hadrah. Data untuk penentuan debit rencana pada tugas akhir ini adalah data curah hujan, dimana curah hujan merupakan salah satu dari beberapa data yang dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya debit rencana.

#### **4.1.2 Pengolahan data curah hujan**

Curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rata-rata curah hujan bulanan maksimum selama 10 tahun yaitu mulai dari tahun 2011 sampai 2020. Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata curah hujan bulanan maksimum yang diambil dari data hidrologi melalui International Research Institute for Climate and Society. Earth Institute, Columbia University. Data curah hujan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

**Tabel 4. 1** Rata-rata Curah Hujan Bulanan Maksimum tahun 2011-2020

Tahun	Curah Hujan (Mm)
2011	23,847
2012	21,807
2013	20,763
2014	26,203
2015	21,117
2016	27,140
2017	20,728
2018	25,496
2019	20,294
2020	25,45
Jumlah	232,845

(Sumber: Satelit International Research Institute for Climate and Society.

Earth Institute, Columbia University)

Dari Tabel 4.1 dapat diperoleh data Rata-rata Curah Hujan Bulanan Maksimum untuk tahun 2011-2020, kemudian dilakukannya perhitungan dan pemilihan metode debit rencana.

#### 4.1.3 Perhitungan dan Pemilihan Metode Debit Rencana

Debit rencana ( $Q_r$ ) merupakan debit dengan periode ulang tertentu ( $T$ ) yang diperkirakan terjadi pada sebuah bangunan air atau tampungan air hujan. Penetapan metode dalam perhitungan debit rencana biasanya tergantung pada data yang tersedia terutama data curah hujan. Metode analisis probabilitas frekuensi debit air hujan dapat dilakukan dengan beberapa metode. Adapun metode tersebut adalah sebagai berikut:

- Distribusi probabilitas Gumbel
- Distribusi probabilitas Normal
- Distribusi probabilitas Log Pearson
- Distribusi probabilitas Log Normal

Berdasarkan perhitungan periode ulang hujan menggunakan Syarat-Syarat Distribusi, maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.2.

**Tabel 4. 2 Syarat-Syarat Distribusi**

No	Distribusi	Persyaratan (Sumber: Tamimi, 2015)	Hasil Hitungan	Ket	
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$	0,2337 2,2139	Diterima	
2	Log Normal	$C_s = Cv^3 + 3Cv$ $C_k = Cv^8 + Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$	Cs= 0.10713 Ck= 3.028	0,2337 2,2139	Diterima
3	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	0,172 2,151	Ditolak	
4	Log Pearson III	Selain nilai diatas	0,172 2,151	Diterima	

(Sumber : Hasil pengolahan data (2022))

Dari Tabel 4.2 dapat diperoleh Syarat-Syarat Distribusi, dimana distribusi yang dapat digunakan adalah distribusi Normal, Log Normal, dan Log Pearson III. Distribusi yang diterima dan ditolak ditentukan dengan persyaratan tertentu, jika nilai distribusi sesuai dengan persyaratan maka distribusi tersebut bisa digunakan. Selanjutnya dilakukannya perhitungan hujan rencana dan intensitas hujan.

#### 4.1.4 Perhitungan Hujan Rencana dan Intensitas Hujan

Hujan Rencana dan Intensitas Hujan Hujan rencana (X) adalah hujan dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan terjadi di suatu bangunan air atau tampungan air hujan. Periode ulang adalah waktu hipotetik di mana suatu kejadian dengan nilai tertentu. Dalam data curah hujan atau debit untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana atau debit rencana. Hal ini dilakukan guna memperoleh hasil perhitungan yang meyakinkan. Distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan, yaitu: Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III.

##### a. Distribusi Probabilitas Gumbel

Berdasarkan perhitungan periode ulang hujan menggunakan distribusi Probabilitas Gumbel, maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.3.

**Tabel 4. 3** Rekapitulasi curah hujan rencana distribusi Gumbel

Periode Ulang (Tahun)	Nilai curah hujan rencana (mm)
2	22,919
5	25,823
10	28,384
25	30,802
50	32,948

(Sumber : Hasil pengolahan data (2022))

## b. Distribusi Probabilitas Normal

Berdasarkan perhitungan periode ulang hujan menggunakan distribusi Probabilitas Gumbel, maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.4.

**Tabel 4. 4** Rekapitulasi curah hujan rencana distribusi Normal

Periode Ulang (Tahun)	Nilai curah hujan rencana (mm)
2	23,285
5	25,489
10	26,644
25	28,481
50	28,665

(Sumber : Hasil pengolahan data (2022))

## c. Distribusi Probabilitas Log Normal

Berdasarkan perhitungan periode ulang hujan menggunakan distribusi Probabilitas Log Normal, maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.5.

**Tabel 4. 5** Rekapitulasi curah hujan rencana distribusi Log Normal

Periode Ulang (T)	Log Xi	S Log Xi	KT	Log XT	XT
2	1,365	0,049	0	1,365	23,173
5	1,365	0,049	0,84	1,406	25,468
10	1,365	0,049	1,28	1,427	26,73
25	1,365	0,049	1,98	1,461	28,906
50	1,365	0,049	2,05	1,464	29,107

(Sumber: Hasil pengolahan data (2022))

## d. Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III.

Berdasarkan perhitungan periode ulang hujan menggunakan distribusi Probabilitas Log Normal, maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.6.

**Tabel 4. 6** Rekapitulasi curah hujan rencana distribusi Log Pearson Type III

Periode Ulang (T)	Log Xi	S Log Xi	KT	Log XT	XT
2	1,365	0,049	-0,029	1,363	23,067
5	1,365	0,049	0,832	1,405	25,409
10	1,365	0,049	1,298	1,428	26,791
25	1,365	0,049	1,809	1,453	28,379
50	1,365	0,049	2,144	1,469	29,44

(Sumber : Hasil pengolahan data (2022))

**4.1.5 Uji Distribusi Probabilitas**

Uji distribusi dimaksud untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik data yang dianalisis.

a. Metode Chi-Kuadrat ( $\chi^2$ )

Perhitungan Metode Chi-Kuadrat Distribusi yang paling baik untuk menganalisis data curah hujan pada penelitian ini adalah Distribusi Normal, hasil dari rekapitulasi uji distribusi Chi-Kuadrat dapat dilihat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4. 7** Rekapitulasi nilai  $\chi^2$  dan  $\chi^2_{Cr}$ 

Distribusi probabilitas	$\chi^2$ terhitung	$\chi^2_{Cr}$	Keterangan
Gumbel	1,0	5,9910	DITERIMA
Normal	2,0	5,9910	DITERIMA
Log Normal	3,0	5,9910	DITERIMA
Log Pearson III	9,0	5,9910	DITOLAK

(Sumber: Hasil pengolahan data (2022))

Dari Tabel 4.7 dapat diperoleh Rekapitulasi nilai  $\chi^2$  dan  $\chi^2_{Cr}$ , dimana agar distribusi bisa digunakan yaitu nilai  $X^2$  harus dibawah nilai  $X^2_{Cr}$ . Jika nilai  $X^2$  diatas nilai  $X^2_{Cr}$  maka distribusi tersebut tidak bisa digunakan.

#### b. Metode Smirnov-Kolmogorov

Hasil dari pengujian distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorov diperoleh hasil bahwa distribusi Probabilitas yang mempunyai selisih ( $\Delta P$ ) antara peluang empiris harus kurang dari teoritis ( $\Delta P < \Delta P_t$ ). Berdasarkan hasil perhitungan uji Metode Smirnov-Kolmogorov yang dipilih atau diterima dapat dilihat pada Tabel 4.8.

**Tabel 4. 8** Hasil rekapitulasi  $\Delta P$ 

Distribusi probabilitas	$\Delta P$ terhitung	$\Delta P$ kritis	Keterangan
Gumbel	0,3	0,41	DITERIMA
Normal	0,3	0,41	DITERIMA
Log Normal	-7,5	0,41	DITERIMA
Log Pearson III	-7,5	0,41	DITERIMA

(Sumber : Hasil pengolahan data (2022))

Berdasarkan hasil persyaratan distribusi dan pengujian dengan 2 metode, yaitu: metode Chi-Kuadrat ( $\chi^2$ ), dan metode Smirnov-Kolmogorov, maka dapat disimpulkan distribusi yang paling baik untuk menganalisis data curah hujan pada penelitian ini adalah Distribusi Probabilitas Normal.

#### 4.1.6 Perhitungan Intensitas Rencana Hujan

Dari kedua uji yang telah dilakukan Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov dapat disimpulkan bahwa data hujan wilayah Perumahan Hadrah VI Desa Lambateung, Kabupaten Aceh Besar mengikuti distribusi Normal. Adapun hasil perhitungan periode ulang rencana metode Normal dapat dilihat pada Tabel 4.9.

**Tabel 4. 9** Perhitungan periode ulang hujan metode normal.

Periode Ulang (Tahun)	Nilai hujan Rencana XT (mm)
2	23,285
5	25,489
10	26,644
25	28,481
50	28,665

(Sumber : Hasil pengolahan data (2022))

Dengan menggunakan tabel 4.9, untuk hujan dengan periode ulang 2 tahun dimana,  $P = 23.285$  mm dan durasi hujan 30 menit, akan diperoleh intensitas hujan dengan metode Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[ \frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}} \quad \text{Pers (4.1)}$$

Keterangan:

$I$  = Intensitas Hujan (mm/jam)

$t$  = Waktu konsentrasi (jam)

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

$$I = \frac{23,285}{24} \left[ \frac{24}{30/60} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$I = 12,814 \text{ mm/jam}$$

Hitungan dengan persamaan tersebut dilanjutkan untuk durasi dan kedalaman hujan yang lain, nilai intensitas hujan untuk berbagai durasi hujan menggunakan metode Mononobe. Semakin lama durasi hujan maka nilai intensitas hujan akan semakin kecil, ini mengindikasikan bahwa semakin pendek jangka waktu curah hujan makin besar intensitasnya karena hujan tidak selalu kontinu.

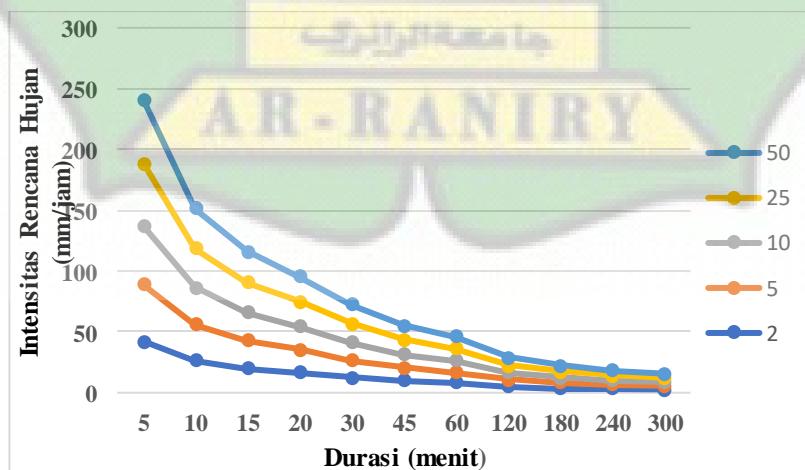
Hitungan dilakukan dengan durasi sampai 300 menit (5 jam). Hasil perhitungan lebih lengkap terdapat pada Tabel 4.10.

**Tabel 4. 10** Intensitas curah hujan dengan menggunakan metode Mononobe.

Durasi (menit)	Periode Ulang (tahunan)				
	2	5	10	25	50
	Intensitas Hujan (mm)				
5	42,311	46,317	48,415	51,754	52,088
10	26,654	29,178	30,500	32,603	32,813
15	20,341	22,267	23,276	24,881	25,041
20	16,791	18,381	19,214	20,539	20,671
30	12,814	14,027	14,663	15,674	15,775
45	9,779	10,705	11,190	11,961	12,039
60	8,072	8,837	9,237	9,874	9,938
120	5,085	5,567	5,819	6,220	6,260
180	3,881	4,248	4,441	4,747	4,777
240	3,203	3,507	3,666	3,918	3,944
300	2,761	3,022	3,159	3,377	3,399

(Sumber : Hasil pengolahan data (2022))

Selanjutnya dari hasil tersebut terdapatlah hasil Kurva IDF yang dapat dilihat pada Gambar 4.3. Dari hasil kurva IDF diambil nilai waktu intensitas hujan untuk PUH 2 tahun adalah 30 menit.



**Gambar 4. 3** Kurva IDF dengan metode Mononobe

#### 4.1.7 Perhitungan Debit

Debit air hujan ( $Q$ ) dalam penelitian ini didapatkan berdasarkan metode rasional, dengan membutuhkan data koefisien pengaliran ( $C$ ), intensitas curah hujan ( $I$ ), dan luas area tangkapan ( $A$ ). Metode Rasional dapat dilakukan dengan pendekatan nilai  $C$  gabungan atau  $C$  rata-rata dan intensitas hujan dihitung berdasarkan waktu konsentrasi yang terpanjang. Rumus umum dari Metode Rasional adalah:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad \text{Pers (4.2)}$$

Keterangan:

$Q$  = Debit Rencana ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

$C$  = Koefisien Pengaliran

$I$  = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi ( $\text{mm/jam}$ )

$A$  = Luas daerah pengaliran ( $\text{km}^2$ )

- Menghitung Debit ( $Q$ )

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0,278 \times 0,47 \times 12,814 \text{ mm/jam} \times 12 \cdot 10^{-3} \text{ km}^2$$

$$Q = 0,020091 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Dengan demikian diperoleh debit rencana yang dapat ditampung oleh drainase kompleks perumahan hadrah VI sebesar  $0,020091 \text{ m}^3 / \text{detik}$ .

#### 4.2 Analisis Hidrolik

Analisis hidrolik adalah analisa kapasitas penampang saluran terhadap debit banjir yang terjadi. Analisis hidrolik diperlukan untuk mengetahui apakah kapasitas saluran eksisting mampu menerima banjir rencana.

##### 4.2.1 Perhitungan Dimensi Saluran yang Ekonomis

Dengan mengetahui debit aliran pada tiap potongan saluran drainase maka dapat direncanakan dimensi saluran yang ekonomis sebagai berikut (dengan asumsi saluran berbentuk persegi). Untuk saluran utama pada Kompleks Perumahan Hadrah VI yaitu menggunakan saluran berbentuk persegi dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.11.

**Tabel 4. 11** Perhitungan dimensi saluran ekonomis

Saluran	Lebar (L)	Tinggi (T)	Kecepatan (V)	Luas Penampang (A)	Keliling (P)	Jari-jari (R)
1	0,3 m	0,35 m	1,5 m/s	0,105 m <sup>2</sup>	1 m	0,105 m
2	0,32 m	0,39 m	1,5 m/s	0,124 m <sup>2</sup>	1,1 m	0,113 m
3	0,32 m	0,38 m	1,5 m/s	0,121 m <sup>2</sup>	1,08 m	0,112 m
4	0,38 m	0,28 m	1,5 m/s	0,106 m <sup>2</sup>	0,94 m	0,113 m

(Sumber: Hasil pengolahan data (2022))

## 1. Data saluran 1

Diketahui:

- Lebar dasar saluran (b) = 0,3 m
- Tinggi saluran (h) = 0,35 m
- Kecepatan saluran penampang = 1,5 m/s

## • Luas penampang saluran 1 persegi panjang

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 0,3 \times 0,35 \\ &= 0,105 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

## • Keliling penampang saluran 1

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 0,3 + (2 \times 0,35) \\ &= 0,3 + 0,7 \\ &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

## • Jari-jari hidrolik penampang saluran 1

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,105}{1} \\ &= 0,105 \text{ m} \end{aligned}$$

## • Debit eksisting

$$\begin{aligned} Q &= V \times A \\ &= 1,5 \text{ m/s} \times 0,105 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{eksisting}} = 0,1575 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_{\text{eksisting}} = 0,1575 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{hidrologi}} = 0,020091 \text{ m}^3/\text{detik}$  (Tidak Banjir)

#### 4.2.2 Evaluasi Kondisi Saluran

Evaluasi kondisi saluran dilakukan membandingkan kapasitas saluran eksisting dan debit banjir rencana. Tujuannya adalah untuk mengetahui saluran mana yang tidak mampu menampung  $Q_{\text{rencana}}$  hitungan. Untuk lebih jelas dalam menganalisa perbandingan kapasitas saluran eksisting dengan debit rencana pada sistem drainase Perumahan Hadrah VI, maka dapat dilihat pada Tabel 4.12.

**Tabel 4. 12** Perbandingan Debit Banjir Rencana Saluran dengan Kapasitas Saluran

Saluran	Debit		Ket
	Eksisting	Hidrologi	
	$\text{m}^3/\text{s}$	$\text{m}^3/\text{s}$	
Saluran 1	0,1575	0,020091	Aman
Saluran 2	0,1872	0,020091	Aman
Saluran 3	0,1824	0,020091	Aman
Saluran 4	0,1596	0,020091	Aman

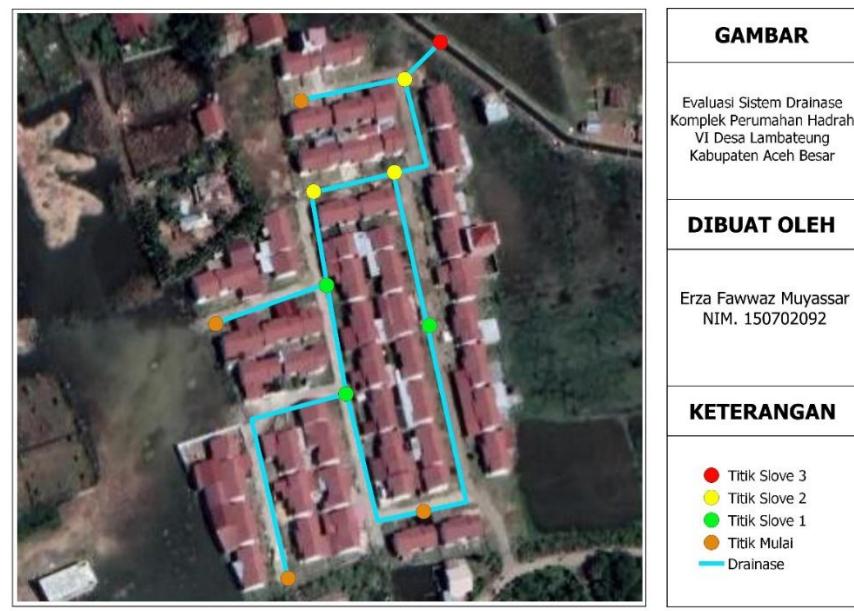
(Sumber : Hasil pengolahan data (2022))

Dari Tabel 4.12 dapat diperoleh perbandingan debit banjir rencana dengan kapasitas saluran yaitu drainase pada kompleks perumahan Hadrah VI masih bisa menampung debit rencana. Apabila debit  $Q_{\text{rencana}}$  lebih kecil daripada kapasitas saluran, maka saluran tersebut dapat menampung debit yang terjadi. Tetapi, apabila debit rencana lebih besar daripada kapasitas saluran maka saluran tersebut banjir (Supriyani,2012). Permasalahannya yaitu terletak pada sistem jaringan drainase, dimana sistem jaringan drainase pada kompleks perumahan Hadrah VI tidak sesuai pengalirannya, maka perlu dilakukannya perencanaan ulang sistem jaringan drainase.

#### 4.2.3 Perencanaan Ulang Sistem Jaringan Drainase

Dari hasil analisa perhitungan bahwa kapasitas drainase eksisting mampu menampung debit rencana untuk PUH 2 tahun. Penyebab terjadinya banjir pada drainase kompleks perumahan Hadrah VI dikarenakan banyaknya saluran drainase yang rusak dan juga arah aliran drainase yang tidak sesuai. Oleh karena itu salah

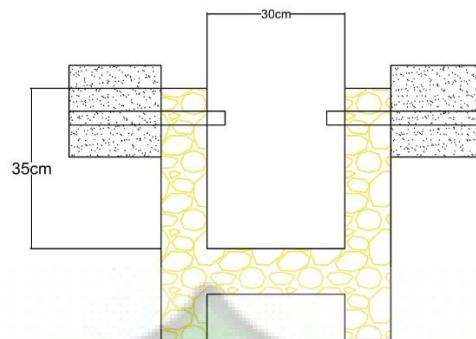
satu upaya optimalisasi yang perlu dilakukan adalah dengan perencanaan ulang sistem jaringan drainase pada kompleks perumahan Hadrah VI.



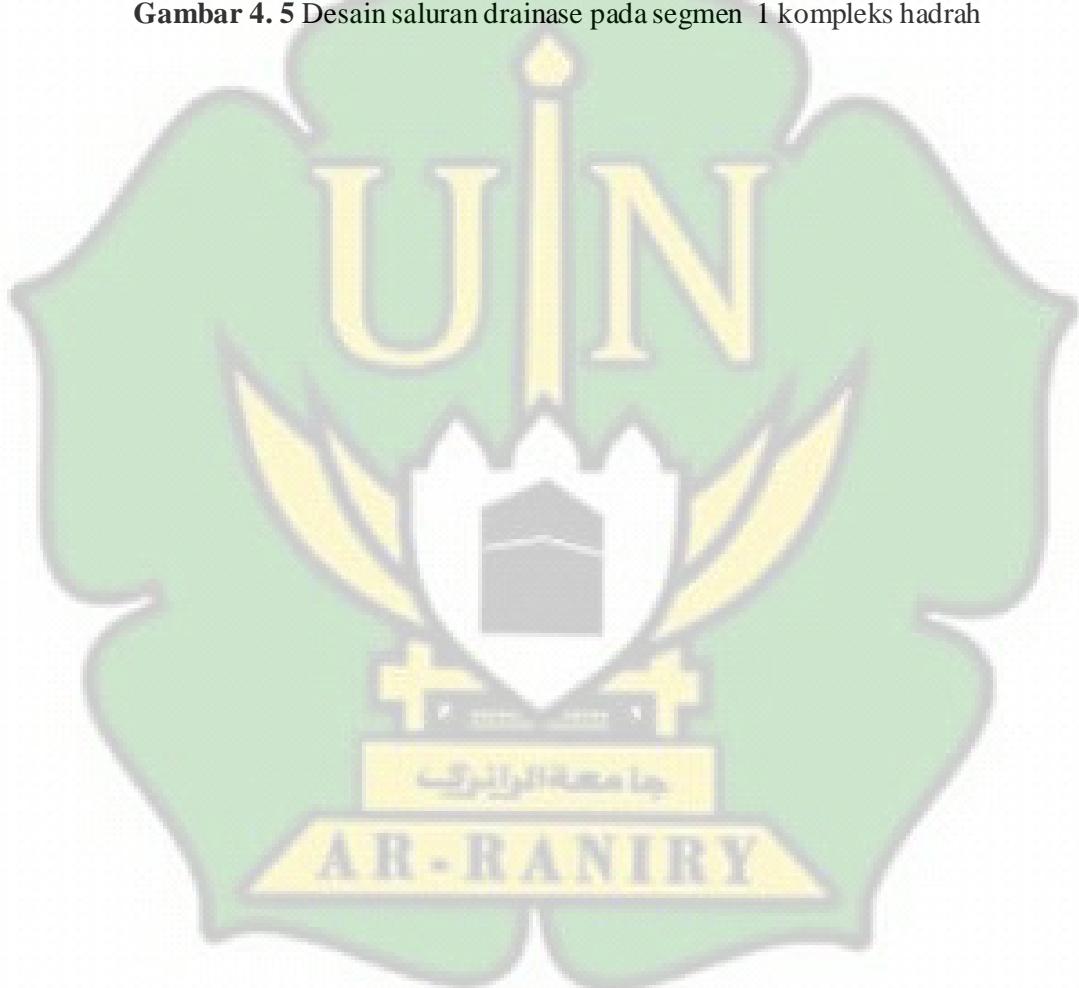
**Gambar 4. 4** Desain sistem drainase hasil perencanaan ulang

Pada Gambar 4.4 dijelaskan desain sistem drainase hasil perencanaan ulang dikarenakan pada sistem drainase diperumahan hadrah VI ini tidak adanya jalur pembuangan aliran air pada drainase yang menyebabkan banyaknya genangan. Berdasarkan hasil perhitungan dan observasi diperoleh data bahwa drainase pada komplek perumahan masih bisa menampung debit dan perlu dilakukan desain sistem drainase yang baru, sehingga disimpulkan perlunya desain ulang pada beberapa segemen diantaranya segmen 1,2,3 dan 4. Selain itu juga diperlukan adanya area tangkapan air seemntara untuk menampung air hujan agar tidak meluap ke jalan dan menimbulkan genangan air di sekitar kompleks

Permasalahan drainase di kompleks Perumahan Hadrah IV adalah jaringan aliran drainase dan juga banyak drainase yang runtuh. Untuk masalah jaringan aliran drainase, penanganannya bisa melalui membuat jaringan aliran drainase yang baru. Jadi, arah aliran harus seperti pada Gambar 4.4. Selanjutnya untuk permasalahan drainase yang runtuh, bisa dibuat desain drainase yang baru dengan ukuran tinggi 35 cm dan lebar dengan ukuran 30 cm. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.5 atau untuk yang lebih detail dapat dilihat pada Lampiran F.



Gambar 4. 5 Desain saluran drainase pada segmen 1 kompleks hadrah



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Permasalahan pada perumahan Hadrah VI adalah saluran drainase di Perumahan Hadrah VI sudah tidak mampu mengalirkan debit air disebabkan oleh jaringan aliran drainase yang tidak jelas ke mana air akan mengalir, banyak drainase yang rusak dan tidak adanya *catchment area*.
2. Debit rencana di kompleks Perumahan Hadrah VI Kajhu Aceh Besar adalah  $0,020091 \text{ m}^3/\text{detik}$  sementara debit yang bisa ditampung oleh saluran drainase eksisting adalah  $0,1575 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $0,1872 \text{ m}^3/\text{detik}$ ,  $0,1824 \text{ m}^3/\text{detik}$ , dan  $0,1596 \text{ m}^3/\text{detik}$ , sehingga dimensi saluran eksisting sebenarnya sudah bisa menampung debit rencana.
3. Jaringan drainase eksisting bermasalah, jadi perlu dibuat pola aliran jaringan drainase yang baru untuk memperbaiki kondisi drainase yang ada dengan menambahkan beberapa kemiringan pada titik tertentu dan membuat jalur buangan drainase yang ada.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Saluran drainase yang runtuh harus diperbaiki, karena sebagian drainase di perumahan hadrah VI sudah tidak mampu mengalirkan debit air hujan.
2. Diharapkan adanya partisipasi dari masyarakat dalam menjaga kebersihan di saluran drainase yang sudah ada.
3. Jaringan drainase perumahan harus dihubungkan ke jaringan drainase yang lebih tinggi tingkatannya. Idealnya bahkan perlu IPAL komunal sebelum akhirnya *outlet* dihubungkan ke drainase selanjutnya. Untuk solusi sementara bisa dibuat *cachment area* berupa kolam penampung air drainase sementara bila jaringan drainase belum terhubung ke drainase selanjutnya.

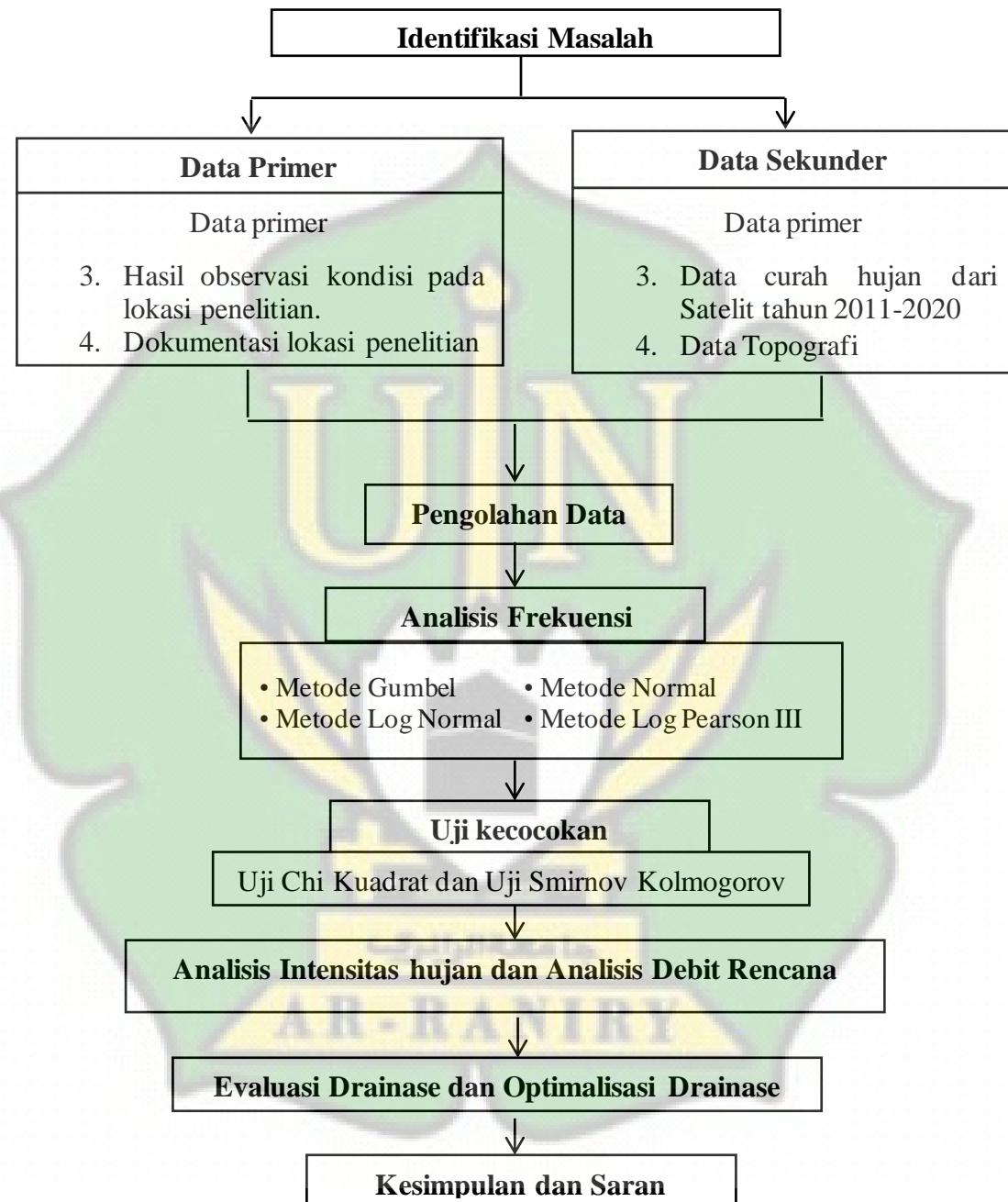
## DAFTAR PUSTAKA

- Alvin, E. F. (2017). Evaluasi Sistem Drainase dan Pengendalian Genangan Air di Kampus dan Perumahan ITS Surabaya. *Skripsi*. Surabaya : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- Audi, F. R. (2017). Evaluasi Sistem Drainase Jalan Raya Wilayah Ruas Jalan Dharmawangsa Kota Surabaya. *Skripsi*. Jember : Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Chow, V.T. (1997). Hidrolika Saluran Terbuka. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Fairizi, D. (2015). Analisis dan Evaluasi Saluran Pada Kawasan PERUMNAS Talang Kelapa di Sub Das Lambidaro Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 3*, No.1.
- Fernanda, D. (2017). Evaluasi Sistem Drainase Jalan Bumi Indah dan Jalan Balongsari Tama Kota Surabaya Menggunakan Software Swmm. *Skripsi*. Jember : Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Irawan, R. (2017). Kajian Penataan Sistem Drainase Perkotaan Berdasarkan Rencana Pola Ruang. *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kartina, A. A. (2017). Evaluasi Sistem Drainase Tambak Wedi. *Skripsi*. Surabaya: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
- Kurniawan, Y. (2015). Evaluasi Sistem Drainase Jalan Rawa Wilayah Drainase Sungai Antirogo dan Sungai Cakol Kabupaten Jember. *Skripsi*. Jember : Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Manahan, E. T. (2017). Evaluasi Sistem Drainase Kawasan Medokan Semampir. *Skripsi*. Surabaya : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- Nurhamidin, A. E., Jasin, M. I., & Halim, F. (2015). Analisis Sistem Drainase Kota Tondano (Studi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa). *Jurnal Sipil Statik Vol.3*, No.9.
- Pania, H. G., Tangkudung, H., Kawet, L., & Wuisan, E. M. (2013). Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal Sipil Statik Vol.1*, No.3.

- Rahayu, A. T. (2017). Evaluasi Sistem Drainase Kenjeran Kota Surabaya. *Skripsi*. Surabaya : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- Rizky, M. (2016). Evaluasi Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan di Kecamatan Sukun Kota Malang. *Skripsi*. Malang :Institut Teknologi Nasional Malang.
- Sarbidi, S. (2014). Kriteria Desain Drainase Kawasan Permukiman Kota Berwawasan. *Jurnal Permukiman* Vol.9 No 1.
- SNI 03-3424. (1994). Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan. Jakarta: Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Sugiyono. (2013). Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Suryaman, H. (2010). Evaluasi Sistem Drainase Kecamatan Ponorogo Kabupaten Ponorogo. *Jurnal Penelitian* Vol.2 No 2.
- Supriyani, E., Bisri, M., & Dermawan, V. (2012). Study Pengembangan Sistem Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Teknik Pengairan* Vol 3, No 2.
- Syafrianto, S., Ariyanto, A., & Hidayat, A. (2014). Evaluasi Sistem Drainase Jalan Lingkar Boter Kabupaten Rokan Hulu. *Jurnal Mahasiswa Teknik* Vol. 1 No. 1.
- Tamimi, R. (2015). Kajian Evaluasi Sistem Drainase Jalan Srikoyo Kecamatan Patrang Kabupaten Jember. *Skripsi*. Jember : Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Wesli. (2008). Drainase Perkotaan. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.

## LAMPIRAN A

**Lampiran A.1** Bagan Alir Penelitian.



## LAMPIRAN B

Lampiran B.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.

NO	Kegiatan	Waktu Penelitian																			
		Januari 2021				Maret 2021				April 2021				Juli 2021				Agustus 2021			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Pengajuan Judul																				
2	Penyusunan Pra proposal																				
3	Studi Literatur																				
4	Penyusunan Proposal																				
5	Pengumpulan Data																				
6	Seminar Proposal																				
7	Perbaikan Hasil Seminar Tugas Akhir																				
8	Pengurusan Izin Penelitian																				
9	Pengolahan Data																				

10	Mengevaluasi Drainase																				
11	Analisis Data																				
12	Penyusunan Tugas Akhir																				
13	Sidang Tugas Akhir																				

## LAMPIRAN C

### Lampiran C.1 Kondisi Kompleks Perumahan Hadrah VI



Gambar C.1. Drainase yang terputus



Gambar C.2.Drainase yang tersumbat



Gambar C.3 Drainase yang tidak terawat



Gambar C.4 Air yang tidak dapat mengalir karena drainase yang tersumbat

## LAMPIRAN D

**D.1** Perhitungan rata-rata curah hujan bulanan dari data Satelit International Research Institute for Climate and Society.

a. Tahun 2011

$$x = \frac{33+17+42+21+15+9+15+14+21+16+45+36}{12} = \frac{286,17}{12} = 23,84$$

b. Tahun 2012

$$x = \frac{33+15+25+20+26+15+10+11+22+18+26+44}{12} = \frac{2617,0}{12} = 21,80$$

c. Tahun 2013

$$x = \frac{52+21+12+8+22+18+15+12+27+9+19+34}{12} = \frac{249,16}{12} = 20,76$$

d. Tahun 2014

$$x = \frac{37+33+10+12+30+14+13+23+17+23+31+73}{12} = \frac{314,45}{12} = 26,20$$

e. Tahun 2015

$$x = \frac{26+18+16+18+22+13+17+17+22+29+19+36}{12} = \frac{254,13}{12} = 21,17$$

f. Tahun 2016

$$x = \frac{40+28+21+12+26+10+11+37+21+29+48+43}{12} = \frac{325,68}{12} = 27,14$$

g. Tahun 2017

$$x = \frac{39+14+14+7+19+6+11+14+24+14+31+56}{12} = \frac{248,74}{12} = 20,72$$

h. Tahun 2018

$$x = \frac{37+26+12+13+53+17+15+13+20+21+41+38}{12} = \frac{305,96}{12} = 25,49$$

i. Tahun 2019

$$x = \frac{20+21+18+11+19+11+22+16+20+26+17+42}{12} = \frac{243,53}{12} = 20,29$$

j. Tahun 2020

$$x = \frac{9+21+12+17+77+6+23+27+22+23+30+37}{12} = \frac{305,40}{12} = 25,45$$

Tabel.Rekapitulasi curah hujan rata-rata bulanan

Tahun	X <sub>i</sub> (mm)
2011	23,847
2012	21,807
2013	20,763
2014	26,203
2015	21,117
2016	27,140
2017	20,728
2018	25,496
2019	20,294
2020	25,45

## D.2 Menghitung Periode Curah Hujan Rencana

### 1. Metode Gumbel

$$X_T = \bar{X} + S \times K$$

Tabel. Perhitungan periode ulang curah hujan rencana Metode Gumbel

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (X <sub>i</sub> ) (mm)	X <sub>i</sub> - $\bar{X}$	(X <sub>i</sub> - $\bar{X}$ ) <sup>2</sup>	(X <sub>i</sub> - $\bar{X}$ ) <sup>3</sup>	(X <sub>i</sub> - $\bar{X}$ ) <sup>4</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5)	(5)
1	2011	23,847	0,563	0,316	0,178	0,100
2	2012	21,807	-1,478	2,183	-3,225	4,766
3	2013	20,763	-2,522	6,358	-16,032	40,424
4	2014	26,203	2,919	8,518	24,859	72,550
5	2015	21,117	-2,168	4,698	-10,183	22,072
6	2016	27,140	3,856	14,865	57,312	220,965
7	2017	20,728	-2,557	6,536	-16,708	42,715
8	2018	25,496	2,212	4,891	10,816	23,919

9	2019	20,294	-2,991	8,943	-26,744	79,979
10	2020	25,45	2,166	4,689	10,155	21,990
Jumlah		232,845		61,997	30,426	529,480
Rata-rata $\bar{X}$		23,284				
S		2,624				
Cs		0,233				
Ck		2,213				
Cv		0,112				

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{232,845}{10} = 23,284$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{61,997}{10-1}} = 2,624$$

$$KT = \frac{Y_t - Y_n}{Sn}$$

$$a) \quad KT_2 = \frac{0.366 - 0.503}{0.983} = -0.139$$

$$\begin{aligned} XT_2 &= \bar{X} + S \times K \\ &= 23,284 + 2,624 \times (-0.139) \\ &= 22,918 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

$$b) \quad KT_5 = \frac{1.499 - 0.512}{1.020} = 0.967$$

$$\begin{aligned} XT_5 &= \bar{X} + S \times K \\ &= 23,284 + 2,624 \times (0.967) \\ &= 25,823 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

$$c) \quad KT_{10} = \frac{2.250 - 0.405}{0.949} = 1.942$$

$$\begin{aligned} XT_{10} &= \bar{X} + S \times K \\ &= 23,284 + 2,624 \times (1.942) \\ &= 28,384 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

$$d) \quad KT_{25} = \frac{3.125 - 0.405}{0.949} = 2.864$$

$$\begin{aligned} XT_{25} &= \bar{X} + S \times K \\ &= 23,284 + 2,624 \times (2.864) \end{aligned}$$

$$= 30.802 \text{ (mm)}$$

$$\text{e) } KT_{50} = \frac{3.901 - 0.405}{0.949} = 3.681$$

$$\begin{aligned} XT_{50} &= \bar{X} + S \times K \\ &= 23.284 + 2.624 \times (3.681) \\ &= 32.948 \text{ (mm)} \end{aligned}$$

## 2. Metode Normal

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

Tabel Perhitungan periode ulang curah hujan rencana Metode Normal

No	Tahun	Curah hujan rata-rata ( $X_i$ ) (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	2011	23.847	0.563	0.316	0.178	0.100
2	2012	21.807	-1.478	2.183	-3.225	4.766
3	2013	20.763	-2.522	6.358	-16.032	40.424
4	2014	26.203	2.919	8.518	24.859	72.550
5	2015	21.117	-2.168	4.698	-10.183	22.072
6	2016	27.140	3.856	14.865	57.312	220.965
7	2017	20.728	-2.557	6.536	-16.708	42.715
8	2018	25.496	2.212	4.891	10.816	23.919
9	2019	20.294	-2.991	8.943	-26.744	79.979
10	2020	25.45	2.166	4.689	10.155	21.990
Jumlah		232.845		61.997	30.426	529.480
Rata-rata $\bar{X}$		23.2845				
$S$		2.6246				
$C_s$		0.2337				

Ck	2.2139
Cv	0.1127

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{232.845}{10} = 23.284$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{61.997}{10-1}} = 2.624$$

Nilai KT dilihat dari tabel reduksi Gauss diambil :

$$KT_2 = 0$$

$$KT_5 = 0.84$$

$$KT_{10} = 1.28$$

$$KT_{25} = 1.98$$

$$KT_{50} = 2.05$$

$$\begin{aligned} a) \quad XT_2 &= \bar{X} + K_T \times S \\ &= 23.284 + 0 \times 2.624 \\ &= 23.284 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b) \quad XT_5 &= \bar{X} + K_T \times S \\ &= 23.284 + 0.84 \times 2.624 \\ &= 25.489 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c) \quad XT_{10} &= \bar{X} + K_T \times S \\ &= 23.284 + 1.28 \times 2.624 \\ &= 26.644 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d) \quad XT_{25} &= \bar{X} + K_T \times S \\ &= 23.284 + 1.98 \times 2.624 \\ &= 28.481 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e) \quad XT_{50} &= \bar{X} + K_T \times S \\ &= 23.284 + 2.05 \times 2.624 \\ &= 28.6649 \text{ mm} \end{aligned}$$

### 3. Metode Log Normal

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

Tabel Perhitungan periode ulang curah hujan rencana Metode Log Normal

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	Log Xi	(Log Xi-LogX)	(Log Xi-LogX) <sup>2</sup>	(Log Xi-LogX) <sup>3</sup>	(Log Xi-LogX) <sup>4</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)		(5)		
1	2011	23.847	1.377	0.013	0.00016	0.0000021	0.000000027
2	2012	21.807	1.339	-0.026	0.00068	-0.0000176	0.000000457
3	2013	20.763	1.317	-0.047	0.00224	-0.0001059	0.000005010
4	2014	26.203	1.418	0.054	0.00289	0.0001553	0.000008347
5	2015	21.117	1.325	-0.040	0.00160	-0.0000638	0.000002552
6	2016	27.140	1.434	0.069	0.00476	0.0003287	0.000022680
7	2017	20.728	1.317	-0.048	0.00231	-0.0001109	0.000005327
8	2018	25.496	1.406	0.042	0.00175	0.0000734	0.000003074
9	2019	20.294	1.307	-0.057	0.00328	-0.0001875	0.000010729
10	2020	25.45	1.406	0.041	0.00169	0.0000694	0.000002850
Jumlah		232.845	13.646		0.02135	0.0001432	0.000061054
Log $\bar{X}$		1.365					
S Log X		0.0487					
Cs		0.1721					
Ck		2.1520					
Cv		0.03569					

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X_i}{n} = \frac{232.845}{10} = 1.365$$

$$S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(0.02135)^2}{10-1}} = 0.048$$

Nilai KT dilihat dari tabel reduksi Gauss diambil :

$$KT_2 = 0$$

$$KT_5 = 0.84$$

$$KT_{10} = 1.28$$

$$KT_{25} = 1.98$$

$$KT_{50} = 2.05$$

$$\begin{aligned}
a) \quad \text{Log } X_{T2} &= \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S \text{ Log } X) \\
&= 1.365 + (0 \times 0.048) \\
&= 1.365 \text{ mm} \\
b) \quad \text{Log } X_{T5} &= \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S \text{ Log } X) \\
&= 1.365 + (0.84 \times 0.048) \\
&= 1.406 \text{ mm} \\
c) \quad \text{Log } X_{T10} &= \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S \text{ Log } X) \\
&= 1.365 + (1.28 \times 0.048) \\
&= 1.427 \text{ mm} \\
d) \quad \text{Log } X_{T25} &= \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S \text{ Log } X) \\
&= 1.365 + (1.98 \times 0.048) \\
&= 1.461 \text{ mm} \\
e) \quad \text{Log } X_{T50} &= \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S \text{ Log } X) \\
&= 1.365 + (2.05 \times 0.048) \\
&= 1.464 \text{ mm}
\end{aligned}$$

#### 4. Metode Log Pearson III

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

Tabel Perhitungan periode ulang curah hujan rencana Metode Log Pearson III

No	Tahun	Curah hujan rata-rata ( $X_i$ ) (mm)	Log $X_i$	(Log $X_i$ -LogX)	(Log $X_i$ -LogX) <sup>2</sup>	(Log $X_i$ -LogX) <sup>3</sup>	(Log $X_i$ -LogX) <sup>4</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)		(5)		
1	2011	23.847	1.377	0.013	0.000016	0.0000021	0.000000027
2	2012	21.807	1.339	-0.026	0.00068	-0.0000176	0.000000457
3	2013	20.763	1.317	-0.047	0.00224	-0.0001059	0.000005010
4	2014	26.203	1.418	0.054	0.00289	0.0001553	0.000008347
5	2015	21.117	1.325	-0.040	0.00160	-0.0000638	0.000002552

6	2016	27.140	1.434	0.069	0.00476	0.0003287	0.000022680
7	2017	20.728	1.317	-0.048	0.00231	-0.0001109	0.000005327
8	2018	25.496	1.406	0.042	0.00175	0.0000734	0.000003074
9	2019	20.294	1.307	-0.057	0.00328	-0.0001875	0.000010729
10	2020	25.45	1.406	0.041	0.00169	0.0000694	0.000002850
Jumlah		232.845	13.646		0.02135	0.0001432	0.000061054
Log $\bar{X}$		1.3646					
S Log X		0.0487					
Cs		0.1721					
Ck		2.1520					
Cv		0.03569					

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X_i}{n} = \frac{232.845}{10} = 1.365$$

$$S \text{ Log } X = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(0.02135)^2}{10-1}} = 0.048$$

Nilai KT nilai tergantung pada Cs atau G :

$$Cs = \frac{n \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S \text{ Log } X)^3} = \frac{(10)(0.0001432)}{(10-1)(10-2)(0.048)^3} = 0.172$$

$$T = 2 \quad Cs = 0.172 \quad KT = -0.029$$

$$T = 5 \quad Cs = 0.172 \quad KT = 0.832$$

$$T = 10 \quad Cs = 0.172 \quad KT = 1.298$$

$$T = 25 \quad Cs = 0.172 \quad KT = 1.809$$

$$T = 50 \quad Cs = 0.172 \quad KT = 2.144$$

$$\begin{aligned} a) \text{ Log } X_{T2} &= \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S \text{ Log } X) \\ &= 1.365 + (-0.029 \times 0.048) \\ &= 1.363 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b) \text{ Log } X_{T5} &= \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S \text{ Log } X) \\ &= 1.365 + (0.832 \times 0.048) \\ &= 1.405 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c) \text{ Log } X_{T10} &= \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S \text{ Log } X) \\ &= 1.365 + (1.298 \times 0.048) \\ &= 1.428 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d) \text{ Log } X_{T25} &= \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S \text{ Log } X) \\ &= 1.365 + (1.809 \times 0.048) \end{aligned}$$

$$= 1.453 \text{ mm}$$

e)  $\text{Log } X_{T50} = \text{Log } \bar{X} + (K_T \times S \text{ Log } X)$   
 $= 1.365 + (2.144 \times 0.048)$   
 $= 1.469 \text{ mm}$

Tabel Nilai Reduced 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 Reduced Standard Deviation (Sn)

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		

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

Distribusi Log PEARSON Type III (Mencari Nilai G/Kt)								
		Return Period						
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

### D.3 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat ( $\chi^2$ )

- 1) Data hujan diurut dari besar ke kecil

Tabel Pengurutan data hujan dari besar ke kecil

Tahun	Curah hujan rata-rata ( $X_i$ ) (mm)
2011	20.294
2012	20.728
2013	20.763
2014	21.117
2015	21.807
2016	23.847
2017	25.45
2018	25.496
2019	26.203
2020	27.140

- 2) Menghitung jumlah kelas

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

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

$$= 4,3 \sim 5 \text{ kelas}$$

- 3) Menghitung derajat kebebasan ( $D_k$ )

Dimana :  $P$  = untuk uji kuadrat adalah 2

$D_k$  =  $K - (P + 1)$

$$= 5 - (2 + 1) \\ = 2$$

4) Menghitung harga  $\chi^2_{\text{Cr}}$  dilihat dari Dk

Dimana derajat kepercayaan ( $\alpha$ ) tertentu yang sering diambil adalah 5%  
Maka, nilai  $\chi^2_{\text{Cr}} = 5,9910$

5) Menghitung nilai yang diharapkan (EF)

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

6) 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%

$$P(x) = 60\%, T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{0.60} = 1,65 \text{ tahun}$$

- Persentase 80%

$$P(x) = 80\%, T = \frac{1}{P(x)} = \frac{1}{0.80} = 1,25 \text{ tahun}$$

7) Menghitung interval kelas

- Distribusi Probabilitas Gumbel

Jumlah data (n) = 10

$Y_n = 0,4952$ ,  $S_n = 0,9497$

$$Y_t = -\ln \left[ -\ln \frac{T-1}{T} \right], K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{Y_t - 0,4952}{0,9497}$$

Maka,

$$T = 5; \quad Y_t = 1,4999 ; \quad K = 1,0579$$

$$T = 2,5; \quad Y_t = 0,6717 ; \quad K = 0,1859$$

$$T = 1,67; \quad Y_t = 0,0907; \quad K = -0,4259$$

$$T = 1,25; \quad Y_t = -0,4759; \quad K = -1,0225$$

$$\text{Nilai } \bar{X} = 23.284$$

$$\text{Nilai } S = 2.624$$

$$\text{Interval kelas } XT = 23.284 + 2.624 \times K$$

- $X_5 = 26.060 \text{ mm}$
- $X_{2,5} = 23.772 \text{ mm}$
- $X_{1,67} = 22.166 \text{ mm}$
- $X_{1,25} = 20.601 \text{ mm}$

b. Distribusi Probabilitas Log Pearson III

Nilai KT berdasarkan nilai Cs atau G

- $T = 5; \quad KT = 0,8379$
- $T = 2,5; \quad KT = 0,1299$
- $T = 1,67 \quad KT = -0,1061$
- $T = 1,25; \quad KT = -0,2241$

$$\text{Nilai } \log \bar{X} = 1.365$$

$$\text{Nilai } S \log X = 0.0487$$

$$\text{Interval kelas Log } XT = \log \bar{X} + KT \times S \log X$$

- $X_5 = 25.456 \text{ mm}$
- $X_{2,5} = 23.512 \text{ mm}$
- $X_{1,67} = 22.898 \text{ mm}$
- $X_{1,25} = 22.599 \text{ mm}$

8) Menghitung nilai  $\chi^2$

Tabel Menghitung nilai  $\chi^2$  untuk distribusi Gumbel

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	(Of - Ef) <sup>2</sup>
					Ef
1	>26.060	2	2	0	0.0
2	23.772 - 26.060	2	3	1	0.5
3	22.166 - 23.772	2	2	0	0.0
4	20.601 - 22.166	2	2	0	0.0
5	<20.601	2	1	-1	0.5
$\Sigma$		10	10	$\chi^2$	1.0

Tabel Menghitung nilai  $\chi^2$  untuk distribusi Log Person III

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	(Of - Ef) <sup>2</sup>
					Ef
1	>25.456	2	3	1	0.5
2	23.512 - 25.456	2	2	0	0.0
3	22.898 - 23.512	2	0	-2	2.0
4	22.599 - 22.898	2	0	-2	2.0
5	<22.599	2	5	3	4.5
$\Sigma$		10	10	$\chi^2$	9

#### D.4 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov

Tabel nilai  $\Delta P$  kritis Smirnov-Kolmogorov

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 <sup>0,5</sup>	1,22/ N <sup>0,5</sup>	1,36/ N <sup>0,5</sup>	1,693/ N <sup>0,5</sup>

- 1) Data hujan diurut dari besar ke kecil

Tabel Pengurutan data hujan dari besar ke kecil

Tahun	Curah hujan rata-rata ( $X_i$ ) (mm)
2011	20.294
2012	20.728
2013	20.763
2014	21.117
2015	21.807
2016	23.847
2017	25.45
2018	25.496
2019	26.203
2020	27.140

- 2) Menentukan peluang teoritis masing-masing data, berdasarkan persamaan setiap distribusi probabilitasnya.

- Distribusi Gumbel

No	Curah hujan rata-rata '(xi) (mm)	$X_i$ diurut dari besar ke kecil	$P(X_i)$	$f(t)$	$P'(X_i)$	$\Delta P$
1	23.847	20.294	0.54	-1.14	0.87	0.33
2	21.807	20.728	0.53	-0.97	0.83	0.30
3	20.763	20.763	0.53	-0.96	0.83	0.30
4	26.203	21.117	0.52	-0.83	0.80	0.28
5	21.117	21.807	0.50	-0.56	0.71	0.21
6	27.140	23.847	0.46	0.21	0.42	-0.04
7	20.728	25.45	0.43	0.83	0.20	-0.23
8	25.496	25.496	0.43	0.84	0.20	-0.23
9	20.294	26.203	0.42	1.11	0.13	-0.29
10	25.45	27.140	0.41	1.47	0.07	-0.33
$\Delta P_{max}$						<b>0.33</b>

$$X = 23.284$$

$$S = 2.624$$

Rumus Weibull

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

$$KT = f(t)$$

$$\Delta P_{Kritis} = 0,41$$

- Distribusi Log Normal

No	Curah hujan rata-rata '(xi) (mm)	Log $X_i$ diurut dari besar ke kecil	$P(X_i)$	$f(t)$	$P'(X_i)$	$\Delta P$
1	1.377	1.434	7.67	1.42	0.08	-7.59
2	1.339	1.418	7.76	1.09	0.14	-7.62
3	1.317	1.406	7.82	0.84	0.20	-7.62
4	1.418	1.406	7.82	0.84	0.20	-7.62

5	1.325	1.377	7.99	0.25	0.40	-7.59
6	1.434	1.339	8.22	-0.53	0.70	-7.51
7	1.317	1.325	8.30	-0.82	0.79	-7.51
8	1.406	1.317	8.35	-0.99	0.84	-7.51
9	1.307	1.317	8.35	-0.99	0.84	-7.51
10	1.406	1.307	8.42	-1.19	0.88	-7.53
<b>ΔP max</b>						<b>-7.51</b>

$$\text{Log } X = 1.365$$

$$S \text{ Log } X = 0.0487$$

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
1	1.377	1.434	7.67	1.42	0.08	-7.59
2	1.339	1.418	7.76	1.09	0.14	-7.62
3	1.317	1.406	7.82	0.84	0.20	-7.62
4	1.418	1.406	7.82	0.84	0.20	-7.62
5	1.325	1.377	7.99	0.25	0.40	-7.59
6	1.434	1.339	8.22	-0.53	0.70	-7.51
7	1.317	1.325	8.30	-0.82	0.79	-7.51
8	1.406	1.317	8.35	-0.99	0.84	-7.51
9	1.307	1.317	8.35	-0.99	0.84	-7.51
10	1.406	1.307	8.42	-1.19	0.88	-7.53
<b>ΔP max</b>						<b>-7.51</b>

$$\text{Log } X = 1.365$$

$$S \text{ Log } X = 0.0487$$

Rumus Weibull

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

$$KT = f(t)$$

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



## LAMPIRAN E

### Lampiran E.1 Perhitungan Dimensi Saluran yang Ekonomis

#### 1. Data saluran 1

Diketahui:

$$\text{- Lebar dasar saluran (b)} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{- Tinggi saluran (h)} = 0,35 \text{ m}$$

$$\text{- Kecepatan saluran penampang} = 1,5 \text{ m/s}$$

- Luas penampang saluran 1 persegi panjang

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 0,3 \times 0,35 \\ &= 0,105 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling penampang saluran 1

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 0,3 + (2 \times 0,35) \\ &= 0,3 + 0,7 \\ &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jari-jari hidrolis penampang saluran 1

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,105}{1} \\ &= 0,105 \text{ m} \end{aligned}$$

- Debit eksisting

$$\begin{aligned} Q &= V \times A \\ Q &= 1,5 \text{ m/s} \times 0,105 \text{ m}^2 \\ Q_{\text{eksisting}} &= 0,1575 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Qeks = 0,1575 m<sup>3</sup>/s > Qhidrologi = 0,020091 m<sup>3</sup> /detik (Tidak Banjir)

#### 2. Data saluran 2

Diketahui:

$$\text{- Lebar dasar saluran (b)} = 0,32 \text{ m}$$

$$\text{- Tinggi saluran (h)} = 0,39 \text{ m}$$

$$\text{- Kecepatan saluran penampang} = 1,5 \text{ m/s}$$

- Luas penampang saluran 1 persegi panjang

$$\begin{aligned}
 A &= b \cdot h \\
 &= 0,32 \times 0,39 \\
 &= 0,1248 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

- Keliling penampang saluran 1

$$\begin{aligned}
 P &= b + 2h \\
 &= 0,32 + (2 \times 0,39) \\
 &= 0,32 + 0,78 \\
 &= 1,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Jari-jari hidrolis penampang saluran 1

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{0,1248}{1,1} \\
 &= 0,1134 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Debit eksisting

$$\begin{aligned}
 Q &= V \times A \\
 Q &= 1,5 \text{ m/s} \times 0,1248 \text{ m}^2 \\
 Q_{\text{eksisting}} &= 0,1872 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

$Q_{\text{eks}} = 0,1872 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{hidrologi}} = 0,020091 \text{ m}^3/\text{detik}$  (Tidak Banjir)

### 3. Data saluran 3

Diketahui:

- Lebar dasar saluran ( $b$ ) = 0,32 m
- Tinggi saluran ( $h$ ) = 0,38 m
- Kecepatan saluran penampang = 1,5 m/s

- Luas penampang saluran 1 persegi panjang

$$\begin{aligned}
 A &= b \cdot h \\
 &= 0,32 \times 0,38 \\
 &= 0,1216 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

- Keliling penampang saluran 1

$$\begin{aligned}
 P &= b + 2h \\
 &= 0,32 + (2 \times 0,38) \\
 &= 0,32 + 0,76
 \end{aligned}$$

$$= 1,08 \text{ m}$$

- Jari-jari hidrolis penampang saluran 1

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,1216}{1,08} \end{aligned}$$

$$= 0,1125 \text{ m}$$

- Debit eksisting

$$\begin{aligned} Q &= V \times A \\ Q &= 1,5 \text{ m/s} \times 0,1216 \text{ m}^2 \\ Q_{\text{eksisting}} &= 0,1824 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

$Q_{\text{eksisting}} = 0,1824 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{\text{hidrologi}} = 0,020091 \text{ m}^3/\text{detik}$  (Tidak Banjir)

#### 4. Data saluran 4

Diketahui:

- Lebar dasar saluran ( $b$ ) = 0,38 m
- Tinggi saluran ( $h$ ) = 0,28 m
- Kecepatan saluran penampang = 1,5 m/s

- Luas penampang saluran 1 persegi panjang

$$\begin{aligned} A &= b \cdot h \\ &= 0,38 \times 0,28 \\ &= 0,1064 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling penampang saluran 1

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 0,38 + (2 \times 0,28) \\ &= 0,38 + 0,56 \\ &= 0,94 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jari-jari hidrolis penampang saluran 1

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,1064}{0,94} \\ &= 0,1131 \text{ m} \end{aligned}$$

- Debit eksisting

$$\begin{aligned} Q &= V \times A \\ Q &= 1,5 \text{ m/s} \times 0,1064 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

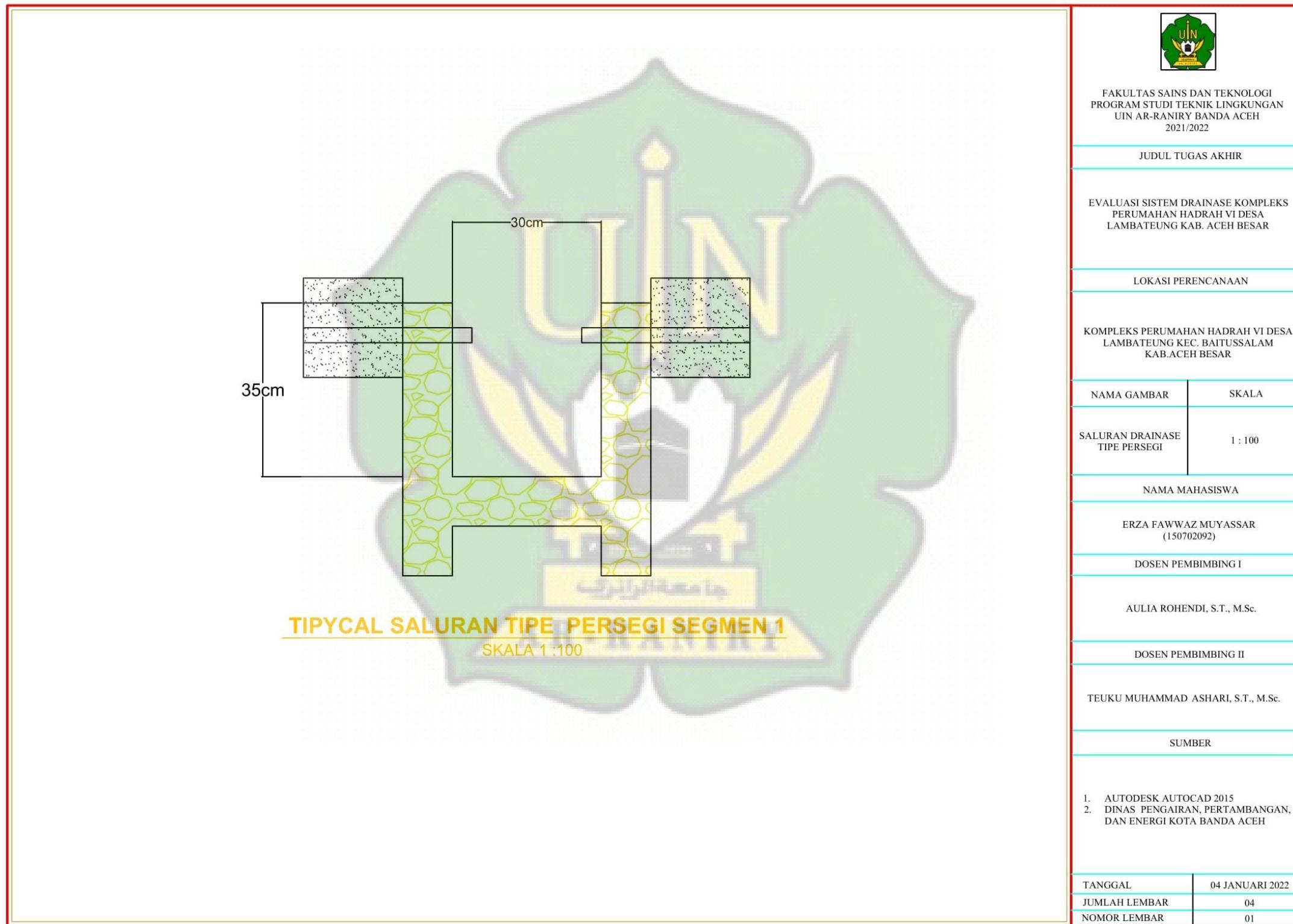
$$Q_{eksisting} = 0,1596 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_{eks} = 0,1596 \text{ m}^3/\text{s} > Q_{hidrologi} = 0,020091 \text{ m}^3/\text{detik}$  (Tidak Banjir)

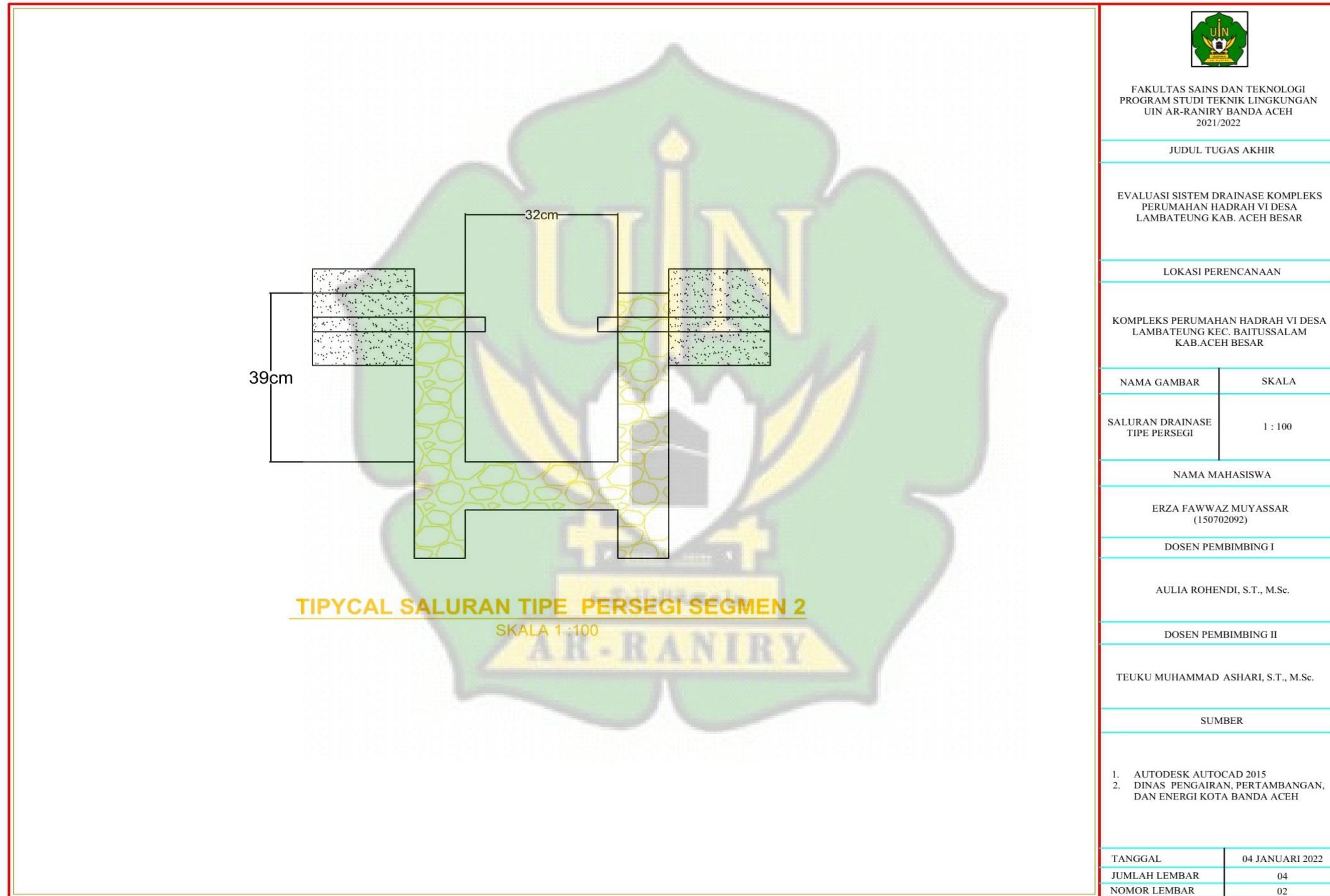


## LAMPIRAN F

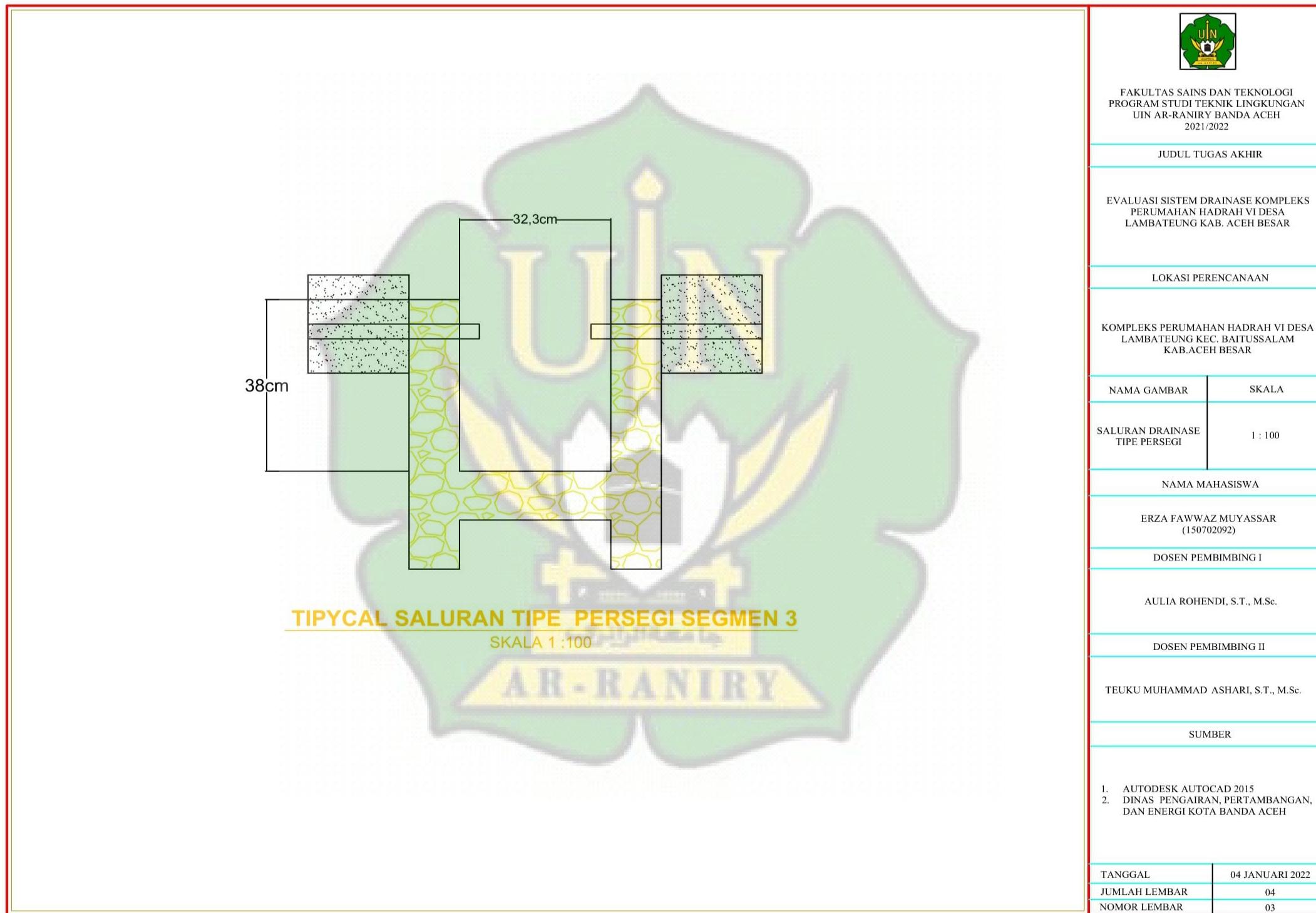
Lampiran F.1 Desain Drainase Kompleks Perumahan Hadrah VI Persegi Segmen 1



**Lampiran F.2 Desain Drainase Kompleks Perumahan Hadrah VI Persegi Segmen 2**



**Lampiran F.3 Desain Drainase Kompleks Perumahan Hadrah VI Persegi Segmen 3**



**Lampiran F.4 Desain Drainase Kompleks Perumahan Hadrah VI Persegi Segmen 4**

