

**PENERAPAN *STORM WATER MANAGEMENT MODEL* (SWMM)  
UNTUK PENANGGULANGAN BANJIR DI PERUMAHAN KUWAIT  
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 Ilmu Teknik Lingkungan

**Diajukan Oleh:**

**REZA CHATAMI**

**NIM. 160702014**

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2023 M / 1445 H**

# LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

## PENERAPAN STORM WATER MANAGEMEN MODEL (SWMM) UNTUK PENANGGULANGAN BANJIR DI PERUMAHAN KUWAIT 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

**REZA CHATAMI**  
**NIM. 160702014**


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

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan oleh:

Pembimbing I,

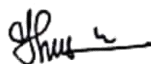
  
Aulia Rohendi, M.Sc  
NIDN. 2010048202

Pembimbing II,

  
Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc  
NIP. 19801115 201403 1 001

Mengetahui,

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



Husnawati Yahva, M.Sc  
NIP. 19831109 201403 2 002

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**  
**PENERAPAN STORM WATER MANAGEMEN MODEL (SWMM)**  
**UNTUK PENANGGULANGAN BANJIR DI PERUMAHAN KUWAIT**  
**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: Senin, 29 Mei 2023  
9 Dzulqa'dah 1444

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,



Aulia Rohendi, M.Sc  
NIDN. 2010048202

Sekretaris,




Mulyadi Abdul Wawhid, M.Sc  
NIP. 19801115 201403 1 001

Penguji I,



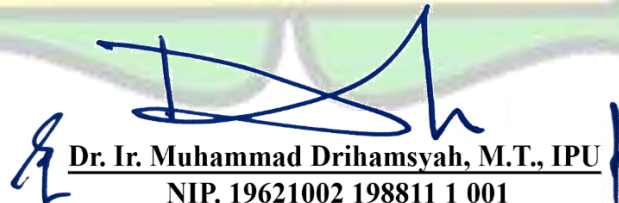
Teuku Muhammad Anshari, M.Sc  
NIP. 19830202 201503 1 002

Penguji II,



M. Faisi Ikhwal, M.Eng  
NIP. 19911008 202012 1 013

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



Dr. Ir. Muhammad Drihamsyah, M.T., IPU  
NIP. 19621002 198811 1 001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reza Chatami

NIM 160702014

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Penerapan Storm Water Management Model(SWMM) Untuk  
Penanggulangan Banjir di Perumahan Kuwait 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 dipertanggung jawabkan 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,  
Yang membuat pernyataan



Reza Chatami  
NIM. 160702014

## ABSTRAK

Nama : Reza Chatami  
Nim : 160702014  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Penerapan Storm Water Management Model (SWMM)  
Untuk Penanggulangan Banjir di Perumahan Kuwait  
Kabupaten Aceh Besar  
Tebal Halaman : 87 halaman  
Pembimbing 1 : Aulia Rohendi, S.T., M.Sc  
Pembimbing 2 : Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc  
Kata Kunci : Banjir genangan, Drainase, Permodelan drainase

Banjir adalah kondisi tergenang air karena tidak mampu menampung seluruh limpasan sehingga menimbulkan kerusakan, baik dalam bentuk fisik maupun sosial yang bersumber dari tingginya curah hujan, sehingga saluran drainase tidak dapat berfungsi dengan semestinya oleh karena itu air hujan yang masuk ke bangunan air meluap dan mengakibatkan terjadinya genangan air. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kondisi eksisting dan menentukan cara alternatif mengatasi banjir dengan simulasi penerapan *Storm Water Management Model (SWMM)*. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan mengkaji sistem eksisting drainase dan selanjutnya dilakukan simulasi melalui piranti lunak SWMM. Hasil simulasi yang telah dilakukan pada *Software SWMM* dengan 26 titik genangan dapat disimpulkan bahwa saluran drainase saat ini untuk perumahan Kuwait tidak cukup menampung air hujan dengan intensitas 74,813mm/detik. Debit yang dapat di tampung saluran drainase pada perumahan Kuwait adalah 0,135m<sup>3</sup>/s dan debit rencana 10,6m<sup>3</sup>/s, sehingga dimensi saluran tidak dapat menampung air hujan yang masuk kedalam drainase. Hasil dari penelitian yang telah dilakukan yaitu redesain saluran drainase dan saran untuk Perumahan Kuwait agar menggunakan lubang resapan biopori serta perlunya perhatian pada kawasan perumahan untuk mengontrol angkutan mobil masuk sehingga meminimalisir muatan berlebih supaya tidak terjadinya beban berlebih pada bangunan drainase dan tumpahan muatan yang menyebabkan sedimen yang berlanjut pada drainase.



## ABSTRACT

*Name* : Reza Chatami  
*Student ID* : 160702014  
*Study Program* : Teknik Lingkungan  
*Title* : Application of Flood Water Management Model (SWMM) for Flood Management in Perumahan Kuwait, Aceh Besar Regency  
*Number of Pages* : 87 pages  
*Thesis Advistor 1* : Aulia Rohendi, M.Sc  
*Thesis Advistor 2* : Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc  
*Keywords* : Evaluation, Flood, Drainage modeling

*Flood is a condition of water inundation due to the inability to accommodate all the runoff, causing damage, both in physical and social forms, stemming from high rainfall, causing drainage channels to function inadequately. As a result, rainwater enters buildings and causes water pooling. The purpose of this research is to evaluate the existing conditions and determine alternative ways to address floods through the simulation of the Storm Water Management Model (SWMM) application. This research employs a quantitative approach by examining the existing drainage system and subsequently conducting simulations using SWMM software. The simulation results conducted with 26 flood points using SWMM software conclude that the current drainage system for Kuwait's residential areas is insufficient to handle rainfall with an intensity of 74.813mm/second. The drainage system can only accommodate a flow of 0.135m<sup>3</sup>/s, while the planned flow is 10.6m<sup>3</sup>/s, indicating that the channel dimensions cannot handle the incoming rainwater. The results of the research include the redesign of the drainage system and recommendations for Kuwait's residential areas to use biopore infiltration holes. There is also a need for attention to residential areas to control vehicle traffic to minimize excessive loads on drainage structures and prevent spillage of sediments into the drainage system.*

## KATA PENGANTAR



Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Panyayang, kami panjatkan puja dan puji syukur atas kehadiran-Nya, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *“PENERAPAN STORM WATER MANAGEMENT MODEL (SWMM) UNTUK PENANGGULANGAN BANJIR DI PERUMAHAN KUWAIT KABUPATEN ACEH BESAR”*.

Ucapan terima kasih kepada kedua orang tua Rusli Idris dan Ibunda Syamsiah serta segenap keluarga tercinta yang telah banyak memberikan dorongan moral, semangat serta do’a sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Uin Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Uin Ar-Raniry Banda Aceh, sekaligus Dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan.
3. Bapak Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc selaku Koordinator Tugas Akhir, sekaligus Dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan.
4. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc selaku Pembimbing Akademik.
5. Seluruh Dosen di Program Studi Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry yang telah berkenan memberikan informasi dan pengetahuan selama masa perkuliahan saya.
6. Ibu Firda yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
7. Ibu Nurul Huda yang sudah banyak membantu dalam proses administrasi.

8. Semua pihak yang telah mendukung dan membantu dalam proses penyusunan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari akan terbatasnya pengetahuan, kemampuan dan pengalaman sehingga Tugas Akhir ini masih jauh dari kata kesempurnaan. Semoga proposal tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak khususnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan di Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-raniry. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun tetap penulis harapkan untuk lebih menyempurnakan proposal tugas akhir ini.

Banda Aceh, 29 Mei 2023

Penulis



Reza Chatami



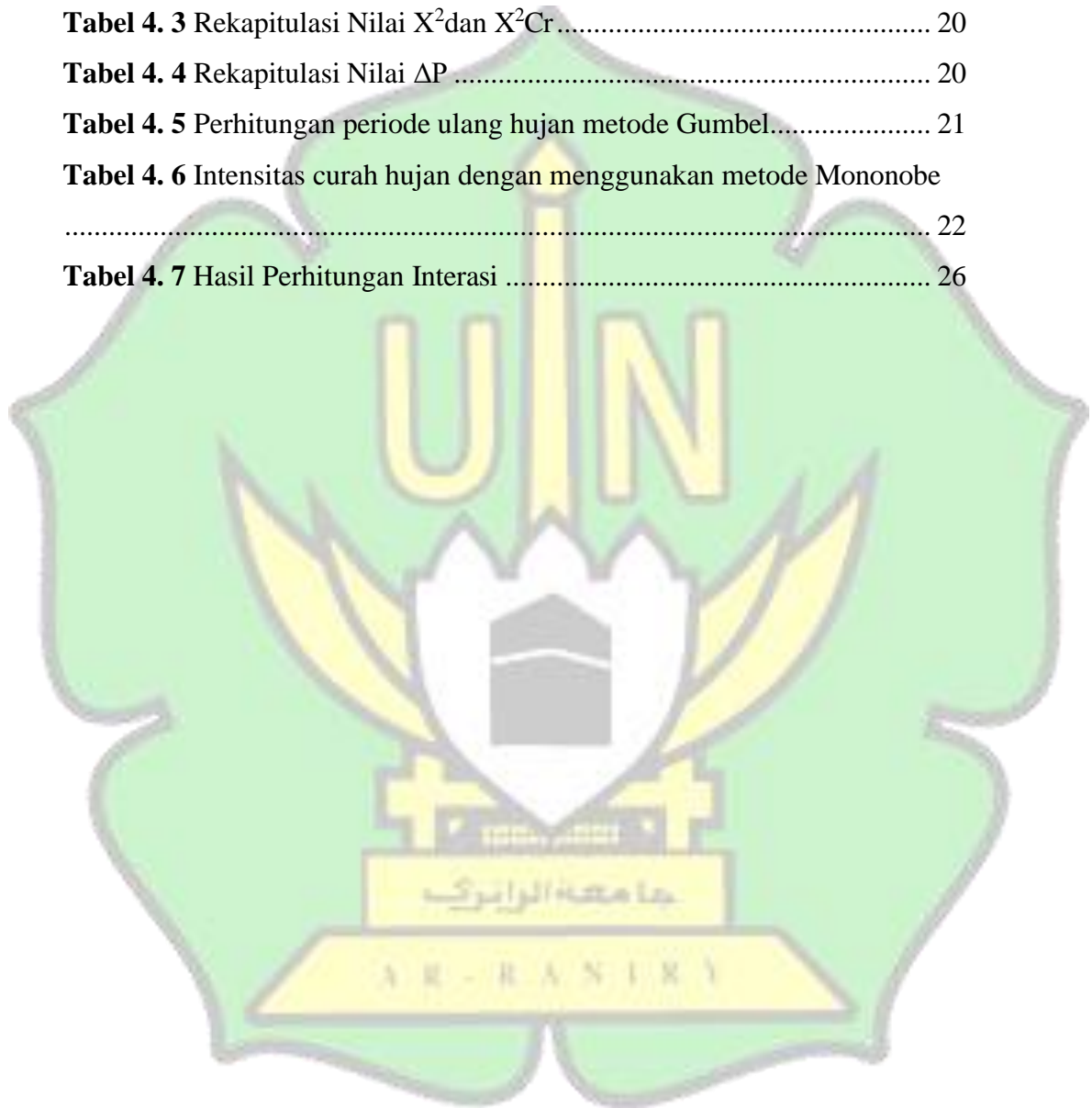


## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sistem Drainase.....	4
2.2 Analisis Hidrologi .....	6
2.3 <i>Storm Water Management Model</i> .....	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	12
3.1 Prosedur Penelitian.....	12
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	12
3.3 Instrumen Penelitian.....	12
3.4 Prosedur Penelitian.....	13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	16
4.1 Kondisi Eksisting Sistem Drainase .....	16
4.2 Analisis hidrologi .....	18
4.2.1 Analisis frekuensi.....	18
4.2.2 Perhitungan Distribusi Probabilitas yang Sesuai dengan Data Hujan .....	18
4.2.3 Uji Distribusi Probabilitas.....	19
4.2.4 Perhitungan Intensitas Rencana Hujan.....	20
4.2.5 Perbandingan Debit Rencana dan Debit Eksisting.....	22
4.3 Simulasi <i>Storm Water Management Model</i> .....	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	30
5.1 Kesimpulan .....	30
5.2 Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA .....	32
LAMPIRAN .....	34

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4. 1</b> Rata-rata Curah Hujan Bulanan Maksimum tahun 2011-2020 .....	18
<b>Tabel 4. 2</b> Syarat-syarat Distribusi .....	19
<b>Tabel 4. 3</b> Rekapitulasi Nilai $X^2$ dan $X^2Cr$ .....	20
<b>Tabel 4. 4</b> Rekapitulasi Nilai $\Delta P$ .....	20
<b>Tabel 4. 5</b> Perhitungan periode ulang hujan metode Gumbel.....	21
<b>Tabel 4. 6</b> Intensitas curah hujan dengan menggunakan metode Mononobe .....	22
<b>Tabel 4. 7</b> Hasil Perhitungan Interasi .....	26

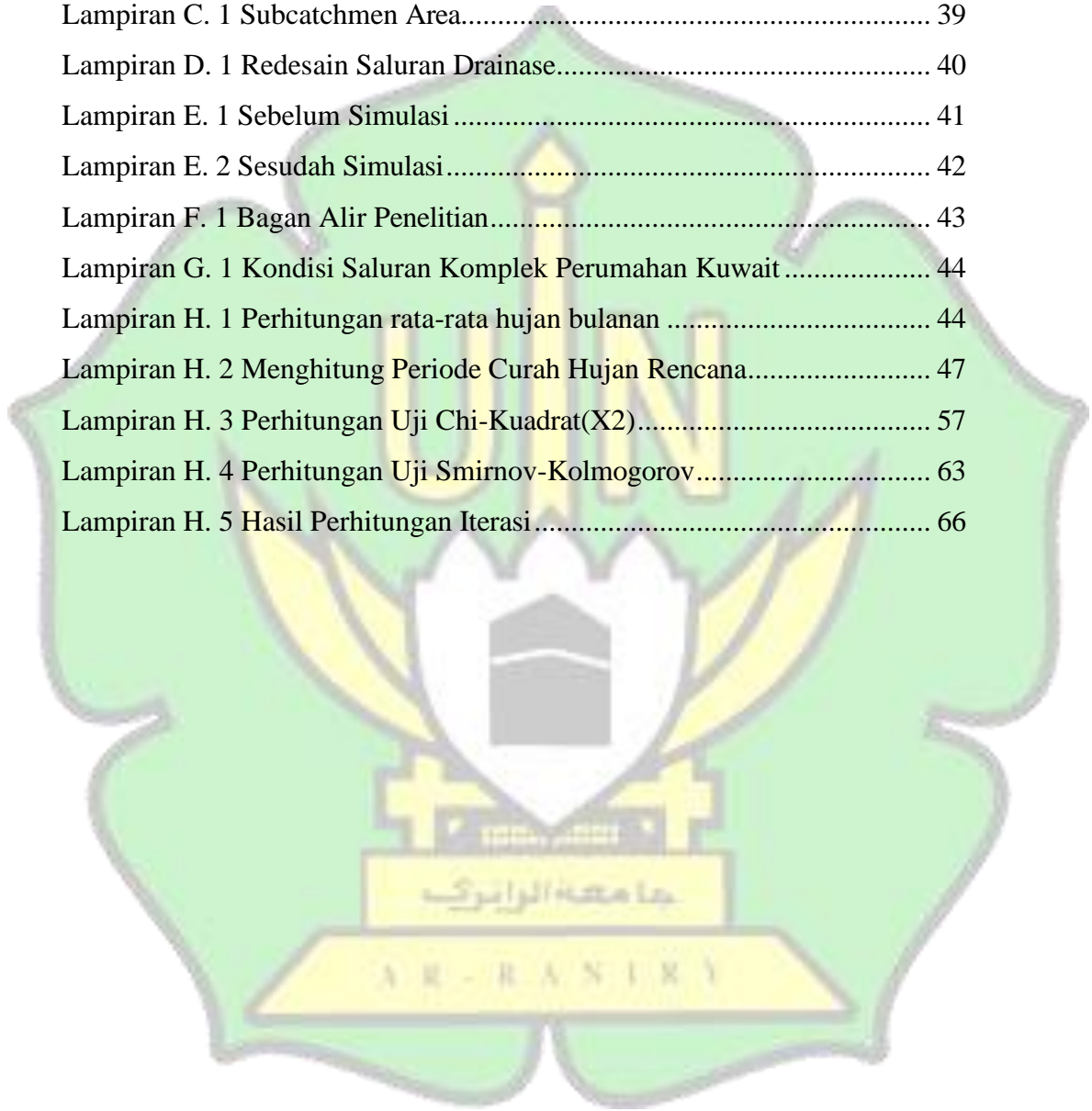


## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2. 1</b> Pola Jaringan Siku .....	5
<b>Gambar 2. 2</b> Pola Jaringan Paralel.....	5
<b>Gambar 2. 3</b> Pola Jaringan <i>Grid Iron</i> .....	5
<b>Gambar 2. 4</b> Pola Jaringan Alamiah.....	6
<b>Gambar 2. 5</b> Aplikasi <i>Storm Water Management Model</i> .....	11
<b>Gambar 3. 1</b> Peta Lokasi Penelitian.....	12
<b>Gambar 3. 2</b> Input Data Saluran .....	14
<b>Gambar 3. 3</b> Input Data Area Tangkapan Hujan/Subcatchmen.....	14
<b>Gambar 3. 4</b> Input Data Intesitas Hujan .....	15
<b>Gambar 4. 1</b> Kerusakan tutup Saluran.....	16
<b>Gambar 4. 2</b> Penyumbatan Sampah Organik dan anorganik .....	18
<b>Gambar 4. 3</b> Kurva IDF .....	22
<b>Gambar 4. 4</b> Denah Saluran Drainase dan Subcatchmen Area.....	24
<b>Gambar 4. 5</b> Laporan Node Flooding .....	25
<b>Gambar 4. 6</b> Simulasi Hujan Pada Saluran Drainase JN33-JN62 .....	25
<b>Gambar 4. 7</b> Sebelum Berjalannya Simulasi .....	26
<b>Gambar 4. 8</b> Sesudah Berjalannya Simulasi .....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. 1 Lembar Observasi .....	34
Lampiran A. 2 Lembar Wawancara Awal.....	35
Lampiran B. 1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian .....	38
Lampiran C. 1 Subcatchmen Area.....	39
Lampiran D. 1 Redesain Saluran Drainase.....	40
Lampiran E. 1 Sebelum Simulasi .....	41
Lampiran E. 2 Sesudah Simulasi.....	42
Lampiran F. 1 Bagan Alir Penelitian.....	43
Lampiran G. 1 Kondisi Saluran Komplek Perumahan Kuwait .....	44
Lampiran H. 1 Perhitungan rata-rata hujan bulanan .....	44
Lampiran H. 2 Menghitung Periode Curah Hujan Rencana.....	47
Lampiran H. 3 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat(X <sup>2</sup> ).....	57
Lampiran H. 4 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov.....	63
Lampiran H. 5 Hasil Perhitungan Iterasi.....	66





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Banjir adalah kondisi suatu tempat yang tergenang karena adanya luapan air akibat kelebihan kapasitas pembuangan, dan mengakibatkan kerugian secara ekonomi, fisik serta sosial (Hendri, 2016). Banjir genangan yang terjadi di Indonesia merupakan akibat genangan drainase buatan yang tidak sesuai atau drainase yang masih alamiah (Wisnarini & Ningsih, 2010). Genangan juga dapat terjadi karena sungai yang sudah tidak sanggup menampung debit. Menurut BNPB (Badan Nasional Penanggulangan Bencana) pada tahun 2015 sebanyak 170 juta jiwa terpapar risiko banjir dan nilai aset yang terpapar oleh banjir adalah sebesar Rp.750 Triliun (BNPB, 2016).

Perubahan iklim merupakan salah satu faktor paling berpengaruh terhadap kejadian banjir, karena intensitas hujan yang tinggi membuat tanah cepat jenuh sehingga air tidak dapat masuk ke tanah melainkan menjadi aliran permukaan (*run off*) dan akhirnya akan mengakibatkan drainase meluap (Rosyidie, 1990). Laju pembangunan juga sangat mempengaruhi drainase, karena dengan bertambahnya pembangunan, pemadatan serta alih fungsi lahan membuat lahan serap untuk air masuk ke dalam tanah menjadi berkurang, sehingga *run off* yang masuk ke badan air akan bertambah dan debit air pun juga akan bertambah (Karuniastuti, 2014).

Salah satu solusi menghindari banjir genangan pada lahan, seperti kawasan pemukiman, kantor dan lainnya, adalah dengan merencanakan dengan sesuai serta merawat saluran drainase. Kadangkala, kegagalan pada saat perencanaan drainase menyebabkan drainase tidak berfungsi dengan baik. Banyak data yang dibutuhkan untuk perencanaan drainase, misalnya data spasial, data hidrolika, data teknik dan data nonteknik (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum NO.12 Tahun 2014). Selain perhitungan manual, perencanaan juga bisa dibantu dengan alat bantu piranti lunak.

GIS (*Geographic Information System*) adalah kerangka kerja untuk mengumpulkan, mengelola, dan menganalisis data (Elvitaria, 2019). Berakar pada ilmu geografi, GIS mengintegrasikan banyak jenis data dan dapat menganalisis

lokasi spasial dan mengatur lapisan informasi ke dalam visualisasi menggunakan peta dan pemandangan 3D. Salah satu aplikasi GIS adalah untuk mengetahui kontur suatu wilayah yang selanjutnya akan digunakan untuk memprediksi *run off* yang akan menjadi genangan di wilayah yang konturnya rendah (Irmayanti, 2018). Dalam analisis saluran drainase, (GIS) dapat membantu untuk mengetahui apabila ada banjir genangan dalam suatu wilayah. GIS juga dapat menghitung aliran permukaan, kemiringan lahan dan luas genangan (Qomariyah, 2007). Salah satu contoh aplikasi yang memanfaatkan GIS adalah *Storm Water Management Model* (SWMM) yang digunakan untuk memprediksi, mengukur, merancang, memetakan dan mengevaluasi saluran drainase apabila saluran yang telah ada tidak bekerja secara maksimum.

Perumahan Kuwait adalah sebuah perumahan di Peukan Biluy, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar. Berdasarkan observasi awal dan wawancara singkat kepada penghuni pemukiman ini, banjir genangan sering terjadi yaitu setiap setahun sekali. Di beberapa titik pada saluran drainase yang ditinjau pada observasi awal ditemukan beberapa masalah misalnya runtuhnya dinding drainase, penyumbatan oleh sampah organik dan anorganik serta sedimentasi. Berdasarkan permasalahan di atas, penulis tertarik melakukan penelitian berjudul “Penerapan *Storm Water Management Model* (SWMM) Untuk Penanggulangan Banjir di Perumahan Kuwait Kabupaten Aceh Besar”, agar dapat memberikan solusi penanggulangan banjir genangan di perumahan tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun Rumusan masalah yang dapat diambil dari latar belakang sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem drainase di Perumahan Kuwait?
2. Bagaimana simulasi proses terjadinya banjir genangan di Perumahan Kuwait dengan SWMM?
3. Bagaimana rekomendasi penanggulangan banjir genangan di Perumahan Kuwait?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

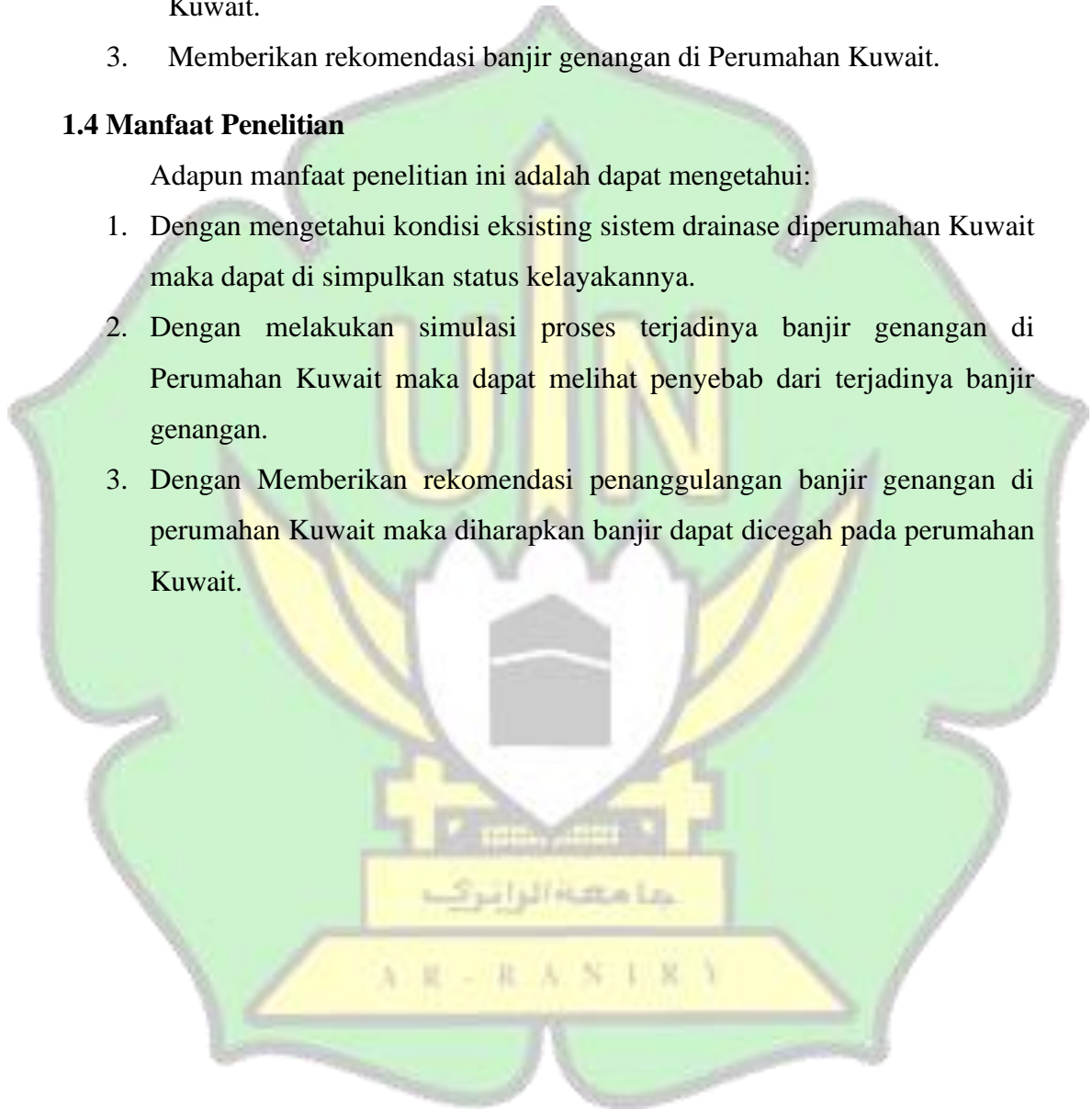
Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui bagaimana kondisi eksisting sistem drainase di Perumahan Kuwait.
2. Mengetahui simulasi proses terjadinya banjir genangan di Perumahan Kuwait.
3. Memberikan rekomendasi banjir genangan di Perumahan Kuwait.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah dapat mengetahui:

1. Dengan mengetahui kondisi eksisting sistem drainase di perumahan Kuwait maka dapat di simpulkan status kelayakannya.
2. Dengan melakukan simulasi proses terjadinya banjir genangan di Perumahan Kuwait maka dapat melihat penyebab dari terjadinya banjir genangan.
3. Dengan Memberikan rekomendasi penanggulangan banjir genangan di perumahan Kuwait maka diharapkan banjir dapat dicegah pada perumahan Kuwait.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sistem Drainase**

Drainase merupakan suatu bangunan air yang sangat penting bagi sebuah kota yang berfungsi untuk mengalirkan air hujan, buangan air pabrik, mencegah terjadinya genangan air. Sistem drainase itu sendiri dapat mengendalikan air hujan yang berlebih sehingga tidak terjadi bencana banjir yang tidak diinginkan (Arafat, 2008).

Sistem drainase adalah suatu bagian terpenting yang berfungsi untuk mengurangi serta membuang air yang berlebih dari suatu kawasan agar tidak menimbulkan banjir genangan. Sistem drainase merupakan suatu bentuk upaya atau kegiatan mengaliri air, baik air tanah (*ground water*) maupun air permukaan seperti *run off* dari suatu daerah atau kawasan (Fairizi, 2015).

##### **2.1.1 Klasifikasi berdasarkan jenis saluran**

Adapun beberapa jenis saluran sebagai berikut (Ermawati, 2018):

1. Drainase saluran terbuka

Drainase terbuka merupakan saluran primer yang dimana memiliki fungsi menampung *run off* dari hujan. Saluran primer ini menggunakan gorong-gorong 60-100 cm dengan konstruksi beton bertulang

2. Drainase saluran tertutup

Drainase tertutup adalah drainase yang dimana sebagai pelengkap bagi saluran primer. Untuk sebuah drainase tertutup menggunakan gorong-gorong dengan konstruksi beton dan berdiameter 30 – 50 cm. Pada umumnya saluran ini terletak di tengah kota yang mana digunakan untuk aliran air kotor (air yang mengganggu sanitasi).

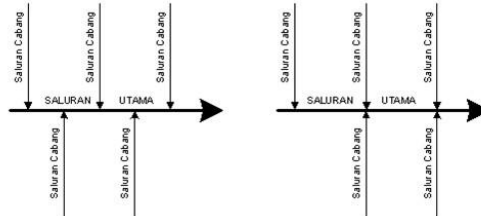
##### **2.1.2 Pola jaringan drainase**

Adapun beberapa jenis pola drainase sebagai berikut (Wesli, 2008):

a. Pola siku



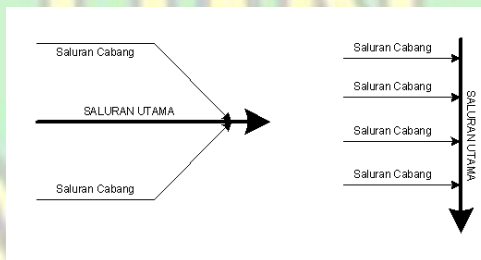
Saluran ini biasa digunakan pada tempat yang bertopografi yang lebih tinggi dari sungai. Pola siku merupakan saluran dengan cabang yang membentuk siku-siku di saluran utamanya, saluran utama/sungai berada di tengah kota



Gambar 2.1 Pola Jaringan Siku.  
(Sumber: Welsi, 2008)

b. Pola paralel

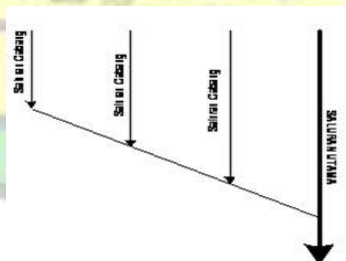
Pola parallel adalah pola dimana antar saluran cabang dan saluran utama sejajar namun pada bagian akhir saluran cabang di belokkan ke saluran utama.



Gambar 2.2 Pola Jaringan Paralel.  
(Sumber: Welsi, 2008)

c. Pola *Grid Iron*

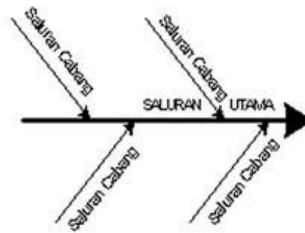
Pola *Grid iron* merupakan saluran pengumpul dari pinggiran kota yang kemudian dialirkan kesungai. Pola ini digunakan apabila sungai terletak di pinggiran kota.



Gambar 2.3 Pola Jaringan *Grid Iron*.  
(Sumber: Welsi, 2008)

d. Pola alamiah

Pola alamiah ini hampir sama dengan saluran siku namun pada jaringan salurannya tidak berbentuk siku.



Gambar 2.4 Pola Jaringan Alamiah.  
(Sumber: Welsi, 2008)

## 2.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan interaksi dimana penanganan informasi curah hujan, informasi luas dan keadaan daerah tangkapan air, informasi geografis dan data tata guna lahan mempunyai arah untuk menentukan curah hujan paling maksimum (Harisuseno, 2017).

### 2.2.1 Analisis frekuensi

Membuat suatu konstruksi atau perencanaan air memerlukan perkiraan debit yang diatur paling maksimum, motivasi di balik melakukan hal tersebut adalah bahwa rancangan air yang diatur dapat mewajibkan air pada saat pelepasan terbesar. Menurut Azmeri (2017). Analisis frekuensi perlu dilakukan untuk menemukan/mendapatkan jenis distribusi hujan berdasarkan nilai statistic dari data hujan.

### 2.2.2 Distribusi probabilitas kontinyu

Adapun distribusi probabilitas kontinyu dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

#### a. Distribusi Normal

Distribusi normal merupakan suatu bentuk sebaran, biasanya digunakan untuk analisis data hidrologi, seperti analisis frekuensi curah hujan, analisis statistik distribusi curah hujan rata-rata tahunan, arus rata-rata tahunan. Distribusi normal atau disebut juga dengan distribusi Gaussian adalah distribusi probabilitas normal (fungsi kepadatan probabilitas normal). Fungsi kepadatan probabilitas berkelanjutan dengan fungsi kepadatan probabilitas:

Distribusi normal adalah suatu bentuk sebaran, biasanya digunakan untuk pemeriksaan informasi hidrologi, seperti analisis frekuensi presipitasi, aliran

normal tahunan. Distribusi normal atau disebut apropriasi Gaussian adalah distribusi probabilitas normal (kerja ketebalan kemungkinan biasa) fungsi kepadatan kemungkinan tanpa henti dengan fungsi probabilitas:

$$P'(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \dots\dots\dots(\text{Pers 2.1})$$

Dimana: P(x) = peluang dari X, X = variabel acak kontinu,  $\mu$  = rata-rata nilai X,  $\sigma$  = standar deviasi dari X,  $\pi$  = 3,14156 dan e = 2,71828.

b. Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah nilai variat X menjadi nilai logaritmik variat X. Distribusi Log Person Type III akan menjadi distribusi Log Normal apabila nilai koefisien kemencengan  $C_s = 0,00$ . Metode log normal apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematik dengan persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995):

Curah hujan rencana periode ulang t tahun

$$\overline{LogXt} = \overline{LogX} + KtxSLogX \dots\dots\dots(\text{Pers 2.2})$$

Standar deviasi

$$SLogXt = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (LogXi - \overline{LogX})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (\text{pers 2.3})$$

Dimana:  $\overline{LogXt}$  = curah hujan rencana dengan periode ulang t tahun (mm),  $\overline{LogX}$  = curah hujan rata-rata (mm),  $SLogX$  = standar deviasi dan  $Kt$  = faktor frekuensi.

c. Distribusi Log Pearson tipe III

Distribusi Log Person tipe III digunakan untuk menganalisis variabel hidrologi dengan nilai variabel terkecil, seperti menganalisis frekuensi distribusi debit terkecil (aliran rendah). Distribusi Log Person tipe III, koefisien kemiringan CS  $\neq 0$ .

Harga rata-rata:

$$\overline{\text{Log}X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}x_i}{n} \dots\dots\dots (\text{Pers 2.4})$$

Standar deviasi:

$$S\overline{\text{Log}X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (\text{Pers 2.5})$$

Koefisien kemencengan:

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X})^3}{(n-1)/(n-2)S^2} \dots\dots\dots (\text{Pers 2.6})$$

Curah hujan rencana periode ulang t tahun:

$$\text{Log}X_t = \overline{\text{Log}X} + GxS \dots\dots\dots (\text{Pers 2.7})$$

Koefisien kurtosis:

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum (\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \times (S \log X)^4} \dots\dots\dots (\text{Pers 2.8})$$

Koefisien variasi:

$$C_v = \frac{S}{\overline{\text{Log}X}} \dots\dots\dots (\text{Pers 2.9})$$

Dimana,  $\text{Log} X_t$  = curah hujan rencana periode ulang t tahun,  $\overline{\text{Log} X}$  = harga rata-rata,  $G$  = faktor frekuensi,  $S$  = standar deviasi,  $C_s$  = koefisien kemencengan,  $C_k$  = koefisien kurtosis dan  $C_v$  = koefisien variasi

d. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel biasanya digunakan dalam estimasi penyelidikan informasi terbesar, seperti pemeriksaan ulang banjir. Koefisien tanjakan sirkulasi Gumbel



atau  $CS = 1,1396$ , dan koefisien kurtosis (Curtosis) atau  $Ck < 5,4002$ . Dalam strategi ini, membatasi sirkulasi dan kualitas dengan pembawaan dramatis ganda biasanya digunakan.

Curah hujan rencana periode ulang t tahun :

$$X_t = X + \frac{S}{S_n} x(Y_t - Y_n) \dots \dots \dots \text{(Pers 2.10)}$$

Reduced Variate:

$$Y_t = \ln \left\{ \ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right\} \text{ Untuk } T \geq 20, \text{ maka } Y = \ln . T \text{ (Pers 2.11)}$$

Standar deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \dots \dots \dots \text{(Pers 2.12)}$$

Dimana:  $X_t$  = curah hujan rencana dengan periode ulang t tahun (mm),  $\bar{X}$  = curah hujan rata-rata (mm),  $S$  = standar deviasi (standard deviation).  $S_n$  = standard deviation of reduced variated.  $Y_t$  = reduced variated dan  $Y_n$  = mean of reduced variated.

### 2.2.3 Uji Kecocokan

Uji kecocokan berfungsi untuk menguji dan memilih metode yang tepat sebagai perhitungan. Pengujian ini dilakukan dari data curah hujan dengan memperhitungkan frekuensi terjadinya hujan, adapun parameter yang sering digunakan sebagai berikut :

a. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat bertujuan untuk mengetahui dsitribusi dari hasil-hasil yang diamati mendukung terhadap distribusi yang telah dihipotesiskan (Harinaldi, 2005).

b. Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov digunakan membandingkan antara peluang maksimum distribusi empiris dan distribusi teoritis (Andawayanti, 2019).

Adapun prosedur perhitungan uji Smirnov Kolmogorov :

1. Data diurutkan dari kecil ke besar.
2. Perhitungan peluang empiris ( $P_e$ ):

$$P_e = \frac{m}{n-1} \dots \dots \dots \text{(Pers. 2.13)}$$

Dengan:  $P_e$  = peluang empiris,  $m$  = nomor urut data ,  $n$  = banyaknya data.

3. Perhitungan Peluang Teoritis ( $P_t$ )

$$P_t = 1 - P_r \dots \dots \dots \text{(Pers. 2.14)}$$

Dengan:  $P_r$  = Probabilitas yang terjadi

4. Perhitungan simpangan maksimum ( $\Delta_{maks}$ ):

$$\Delta_{maks} = |P_t - P_e| \dots \dots \dots \text{(Pers. 2.15)}$$

5. Penentuan Nilai  $\Delta_{tabel}$
6. Penyimpulan hasil perhitungan, apabila ( $\Delta_{maks} < \Delta_{tabel}$ ) maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila  $\Delta_{maks} > \Delta_{tabel}$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima. Nilai  $\Delta_{tabel}$  untuk uji Smirnov Kolmogorov dapat di lihat pada Lampiran E4 .

#### 2.2.4 Analisis intensitas hujan

Analisis intensitas hujan dilakukan untuk menghitung tinggi atau kedalaman air hujan dalam persatuan waktu. Dalam hal ini hujan memiliki sifat yang sangat umum yaitu, semakin singkat hujan berlangsung maka intensitasnya cenderung semakin tinggi dan bertambah besar periode ulangnya bertambah tinggi juga intensitasnya (Suripin, 2004). Intesitas hujan dapat dihitung menggunakan persamaan Mononobe: (Suripin, 2004).

Analisis intensitas hujan selesai untuk mengetahui ketinggian atau kedalaman air dalam satuan waktu. Untuk keadaan ini, hujan memiliki sifat yang sangat luas, khususnya semakin terbatas curah hujan maka daya secara umum akan semakin

tinggi dan semakin diperhatikan jangka waktu kembalinya maka semakin tinggi pula gayanya (Suripin, 2004). Gaya hujan dapat ditentukan dengan memanfaatkan kondisi Mononobe (Suripin, 2004):

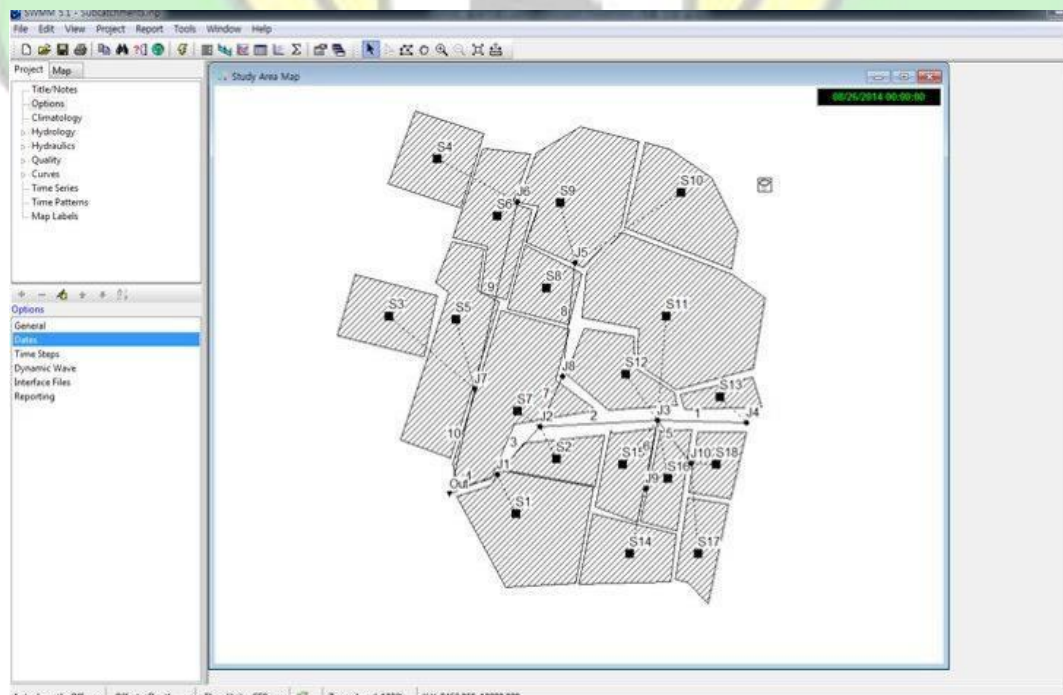
$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \dots \dots \dots \text{(pers. 2.16)}$$

Dengan:  $I_t$  adalah Intesitas hujan (mm/jam),  $t_c$  adalah Waktu Konsentrasi (jam),  $R_{24}$  adalah Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm).

### 2.3 Storm Water Management Model

#### Storm

*Water Management Model* atau disebut juga EPA SWMM adalah aplikasi yang pertama kali dikembangkan oleh EPA pada tahun 1971 (Amin, 2020). SWMM ini juga dapat digunakan dalam sanitasi, analisis, perencanaan dan desain yang terkait dengan limpasan air hujan di saluran pembuangan dan sistem drainase lainnya. SWMM ini juga berguna dalam menilai sistem kontrol kerangka air seperti *water lines* and air hujan (EPA) dan seperti yang ditunjukkan oleh Peterson dan Wicks (2006) SWMM ini memiliki hasil yang tepat di mana kesalahannya adalah 10% dibandingkan dengan kasus dasar.



Gambar 2.5 Aplikasi Storm Water Management Model

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan mengkaji sistem eksisting drainase dan selanjutnya dilakukan simulasi melalui piranti lunak SWMM, lalu memutuskan strategi penanganan banjir genangan di Perumahan Kuwait.

#### 3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Perumahan Kuwait di Jalan Kayee Lee, Peukan Bileue, Kecamatan Ingin Jaya, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh dapat dilihat pada Gambar 3.1. Untuk Jadwal Pelaksanaan pada Semester Genap Tahun Akademik 2021/2022 dapat dilihat pada Lampiran C.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.

#### 3.3 Instrumen Penelitian

Adapun beberapa Instrumen yang dipakai dalam penelitian ini adalah:

1. SWMM (*Storm Water Management Model*)



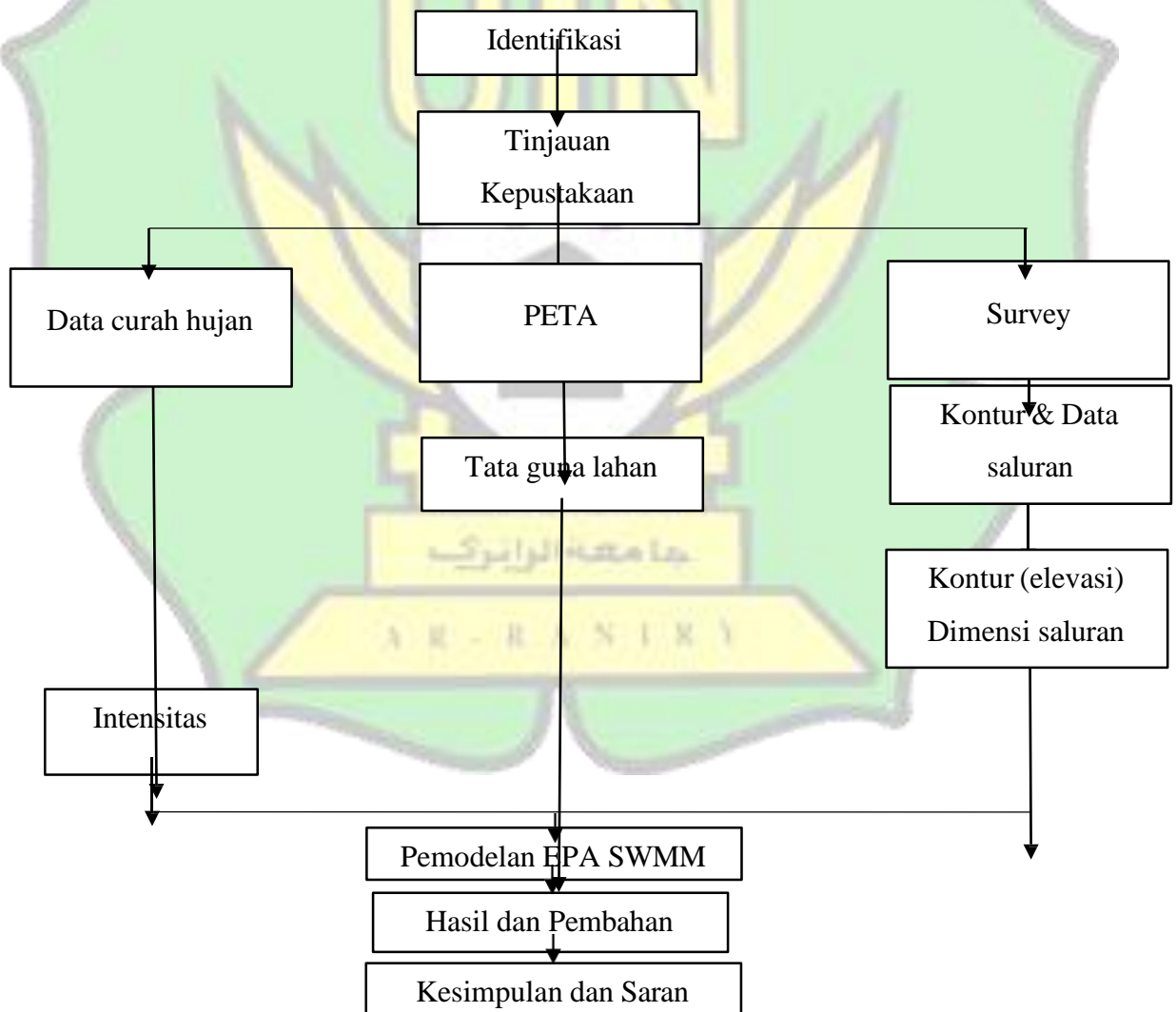
2. Lembar Wawancara
3. Lembar Observasi

Adapun beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Meteran
2. Microsoft Office Word
3. Microsoft Office Excel
4. SASPLANET
5. QGIS
6. Google Earth

### 3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian mengikuti beberapa tahapan, berikut merupakan diagram alir dapat dilihat pada Gambar Berikut merupakan tahapan-tahapan penelitian:



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian



a. Tahap persiapan

Tahap persiapan dilakukan untuk memenuhi informasi beserta data-data yang dibutuhkan dalam penelitian. Berikut yang meliputi data pada tahap persiapan:

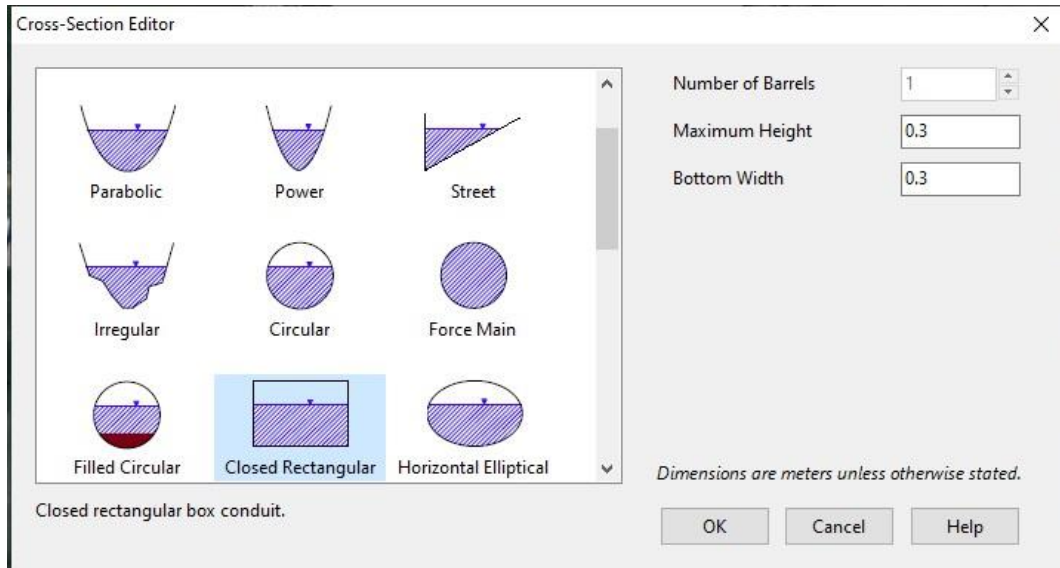
1. Observasi awal untuk mengetahui permasalahan utama.
2. Menyiapkan data-data pendukung terhadap permasalahan yang sudah di temukan pada observasi awal.

b. Tahap pengumpulan data

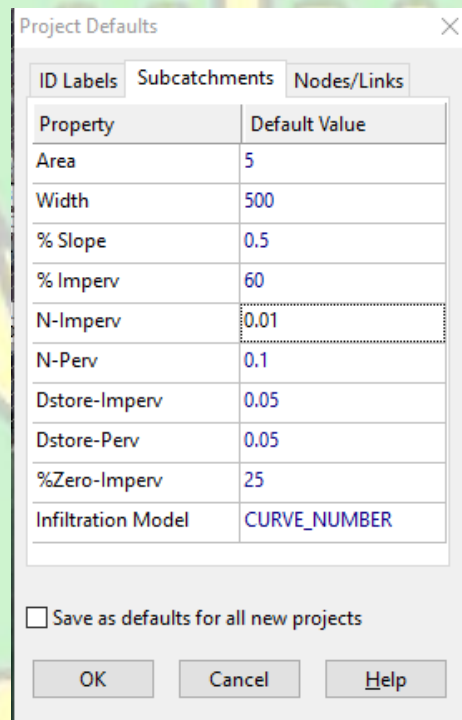
Data primer dikumpulkan langsung ke lokasi penelitian dengan cara observasi dan dokumentasi kondisi eksisting serta wawancara singkat kepada Kepala Lorong. Data sekunder yang berupa data hidrologi diperoleh melalui Satelit *International Research Institute for Climate and Society* serta data topografi dari citra satelit SAS PLANET.

c. Tahap pengolahan data

Data hujan harian yang sudah didapat selama tahun 10 tahun (2011-2020) melalui Satelit *International Research Institute for Climate and Society* selanjutnya dihitung untuk mengetahui rerata bulanan. Rerata bulanan maksimum yang didapat diolah menggunakan analisis frekuensi dengan empat metode yaitu, Metode Gumbel, Metode Log Normal, Metode Normal dan Metode Log Pearson III. Setelah dilakukannya analisis frekuensi maka akan dilanjutkan untuk menguji kcocokan dengan Uji Chi Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov. Data yang telah dikumpulkan akan dimasukkan ke dalam piranti lunak. Data berupa intensitas hujan, data saluran dan data elevasi dimasukkan kedalam piranti lunak SWMM dapat dilihat pada Gambar 3.3, Gambar 3.4.dan Gambar 3.5.




Gambar 3.3 Input data saluran.



Gambar 3.4 Input data Subcatchment.

Time Series Editor

Time Series Name

Description  
 

Use external data file named below

Enter time series data in the table below

No dates means times are relative to start of simulation.

Date (M/D/Y)	Time (H:M)	Value
	0	0
	0:05	278.552
	0:10	175.447
	0:15	133.914
	0:20	110.543
	0:30	84.360
	0:45	64.379
	1	53.114
	2	33.478
	2:30	25.549
	4	21.090

View

OK

Cancel

Help

Gambar 3.5 Input data intensitas hujan.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Kondisi Eksisting Sistem Drainase

Berdasarkan observasi dan wawancara dengan warga (lima narasumber) diperoleh kesimpulan tentang kondisi eksisting sistem drainase di Perumahan Kuwait, Desa Kayee Lhee, Kabupaten Aceh Besar, sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting saluran secara umum:

Saluran drainase berupa saluran terbuka dan tertutup. Saluran terbuka berdimensi 50x50cm terletak pada gapura, saluran tertutup berbentuk segiempat terbuat dari beton bertulang dengan dimensi 30x30cm terletak setelah 10 meter dari saluran terbuka sepanjang perumahan. Pada beberapa bagian drainase tertutup ditemukan kerusakan berupa runtuh bagian atas saluran dan/atau dinding saluran sehingga runtuh tersebut menghambat aliran air di saluran. Saluran terbuka dan saluran tertutup dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kerusakan tutup saluran



2. Kendala terkait saluran drainase yang terjadi pada perumahan tersebut terbagi dalam dua faktor yaitu:

a. Faktor Teknik

Kendala pada saluran drainase berdasarkan faktor teknik adalah kerusakan yang terjadi akibat rubuhnya dinding saluran. Rubuhnya saluran disebabkan oleh pembebanan di sekitar saluran yang tidak direncanakan, misalnya seringnya kendaraan besar (truk) masuk kedalam kompleks perumahan. Untuk masalah sedimentasi, hal ini diakibatkan kendaraan pengangkut material menurunkan material tidak teratur sehingga masuk ke dalam saluran drainase.

b. Faktor Sosial

Faktor sosial yang mempengaruhi kondisi saluran drainase yang tidak berfungsi dengan baik adalah faktor kesadaran masyarakat dalam menjaga lingkungan. Masyarakat sering membuang sampah sehingga mengakibatkan beberapa saluran pada tempat ini mengalami penyumbatan organik dan anorganik. Sampah organik dapat ditemukan dalam saluran berupa dedaunan dan ranting kecil serta sampah anorganik yang ditemukan dalam saluran berupa plastik-plastik hasil dari makanan ringan yang dibuang oleh anak-anak sekitar (lihat Gambar 4.2)





Gambar 4.2 Penyumbatan berupa sampah organik dan anorganik

## 4.2 Analisis hidrologi

Analisis hidrologi berperan penting dalam mengetahui parameter hidrologi pada sistem drainase yang berada pada perumahan Kuwait. Pada analisis hidrologi ini curah hujan sangat berperan penting untuk mengevaluasi sistem drainase yang sudah ada.

### 4.2.1 Analisis frekuensi

Data curah hujan yang didapat melaluidata satelit International Research Institute for Climate and Society. Earth Institute, Columbia University yang diperoleh dari tautan <https://iridl.ldeo.columbia.edu/>. Pada penelitian ini curah hujan yang digunakan adalah rerata bulanan maksimum. Data curah hujan rerata maksimum dapat dilihat pada Table 4.1.

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

Tahun	Curah Hujan (mm)
2011	133,941
2012	149,393
2013	129,193
2014	157,770
2015	129,479
2016	134,424
2017	135,773
2018	145,965
2019	109,102
2020	148,753

(Sumber: Satelit International Research Institute for Climate and Society Earht Institute, Columbia University)

### 4.2.2 Perhitungan Distribusi Probabilitas yang Sesuai dengan Data Hujan

Data hujan dilokasi penelitian diuji kecocokannya dengan empat jenis distribusi probabilitas. Setelah mendapatkan hasil perhitungan masing-masing

distribusi, ditentukanlah ukuran-ukuran masing-masing distribusi yang cocok dengan data hujan. Adapun hasil perhitungan uji distribusi probabilitas yang sesuai dapat dilihat pada Tabel 4. 2.

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

NO	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	Keterangan
		Sumber		
1	Gumbel	$C_s = 1,44$	-0.2454	DITOLAK
		$C_k = 5,4$	0.2172	
2	Normal	$C_s \approx 0$	-0.2454	DITOLAK
		$C_k \approx 3$	0.2172	
3	Log Normal	$C_s \approx C_v^3 + 3C_v$	-0.3006	DITOLAK
		$C_k \approx C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	0.2311	
4	Log Pearson III	Selain nilai diatas	-0.3006	DITERIMA
			0.2311	

(Sumber: Hasil pengolahan data(2022))

#### 4.2.3 Uji Distribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas bertujuan untuk mengetahui kemungkinan distribusi yang dipakai dalam menghitung intensitas hujan rencana. Adapun dua metode yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut;

##### a. Uji Chi-Kuadrat

Berdasarkan perhitungan Chi-Kuadrat yang sudah dilakukan maka dapat menggunakan distribusi Gumbel, Normal, Log Normal dan Log Pearson III sebagai metode yang menganalisis data curah hujan, Adapun hasil dari rekapitulasi uji Chi-Kuadrat dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Distribusi probabilitas	$\chi^2$ terhitung	$\chi^2$ Cr	Keterangan
Gumbel	3,5	5,9910	DITERIMA
Normal	3,0	5,9910	DITERIMA
Log Normal	3,0	5,9910	DITERIMA

Log Pearson III	2,0	5,9910	DITERIMA
-----------------	-----	--------	----------

**Tabel**

### 4. 3 Rekapitulasi nilai $\chi^2$ dan $\chi^2_{Cr}$

(Sumber: Hasil pengolahan data(2022))

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Berdasarkan pada perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov maka dapat diambil kesimpulan bahwa distribusi Gumbel sebagai metode untuk menganalisis data curah hujan, Adapun hasil dari rekapitulasi uji Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat pada Tabel 4.4.

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

Distribusi probabilitas	$\Delta P$ terhitung	$\Delta P$ kritis	Keterangan
Gumbel	0.6	0,41	DITERIMA
Normal	0.9	0,41	DITOLAK
Log Normal	-4,2	0,41	DITOLAK
Log Pearson III	-4,4	0,41	DITOLAK

(Sumber: Hasil pengolahan data(2022))

#### 4.2.4 Perhitungan Intensitas Rencana Hujan

Hasil uji dari Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov maka dapat diambil kesimpulan bahwasanya metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Gumbel, yang mana dari hasil perhitungan periode ulang dengan menggunakan metode tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4. 5** Perhitungan periode ulang hujan metode Gumbel.

Periode Ulang (Tahun)	Nilai hujan Rencana XT (mm)
2	135,945
5	153,293
10	164,203
25	176,924
50	188,210

(Sumber:

Hasil pengolahan data (2022))

Berdasarkan Tabel 4.5 maka dapat diperoleh periode ulang hujan 2 tahun dimana, P= 135,945 mm dan durasi hujan 30 menit. Dengan menggunakan data tersebut maka akan diperoleh intensitas hujan dengan menggunakan metode Mononobe sebagai berikut;

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

.....Pers (4.1)

$$I = \frac{153,293 \left[ \frac{24}{30/60} \right]^{\frac{2}{3}}}{24}$$

$$I = 84,3603 \text{ mm / jam}$$

Dimana I = Intensitas Hujan (mm/jam), t = Waktu konsentrasi (jam) dan R<sub>24</sub> = Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

Perhitungan dengan menggunakan persamaan Mononobe serta dilanjutkan durasi dan kedalaman hujan hingga 300menit(5jam) maka diperoleh Tabel 4.6.

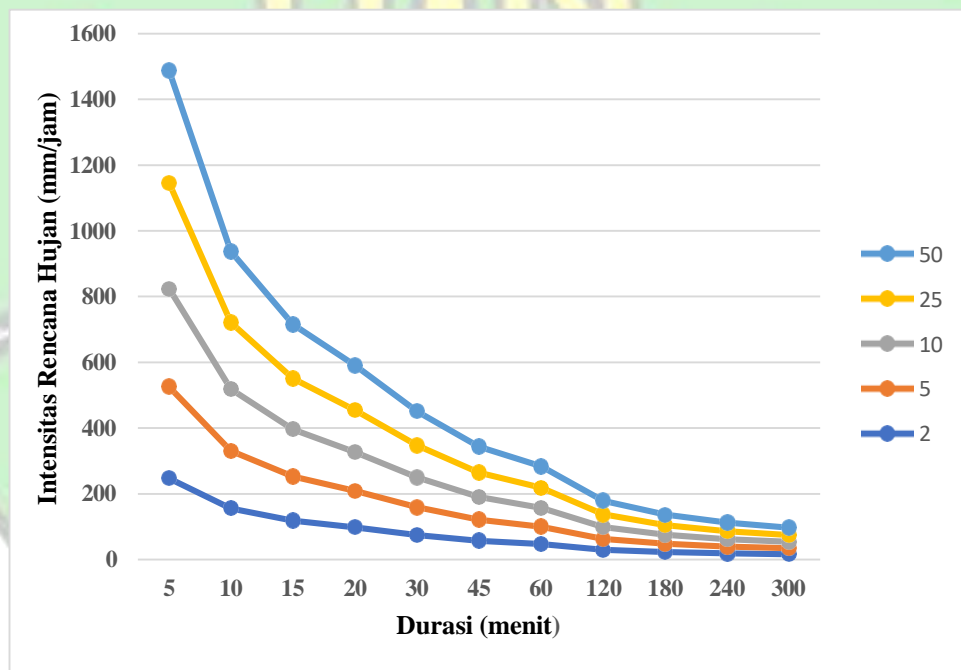
**Tabel 4. 6** Intensitas curah hujan dengan menggunakan metode Mononobe.

Durasi (menit)	Periode Ulang (tahunan)				
	mm/jam				
	2	5	10	25	50

5	247,028	278,552	298,377	321,492	342,000
10	155,618	175,477	187,966	202,527	215,447
15	118,759	133,914	143,445	154,557	164,417
20	98,033	110,543	118,411	127,584	135,723
30	74,813	84,360	90,364	97,365	103,576
45	57,093	64,379	68,961	74,303	79,043
60	47,129	53,144	56,926	61,336	65,249
80	38,105	43,869	46,991	50,632	53,862
120	29,69	33,478	35,861	38,639	41,104
180	22,658	25,549	27,367	29,487	31,368
240	18,703	21,090	22,591	24,341	25,894
300	16,188	18,175	19,468	20,977	22,315

(Sumber: Hasil pengoahan data (2022))

Perhitungan diatas menghasilkan bentuk sebuah Kurva IDF yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 3 Kurva IDF

#### 4.2.5 Perbandingan Debit Rencana dan Debit Eksisting

Perbandingan debit rencana dan debit eksisting dilakukan agar mengetahui apakah debit rencana lebih besar dari pada debit eksisting ataupun sebaliknya sehingga



mendapatkan hasil yang optimal antara perhitungan manual dan simulasi.

Perhitungan debit rencana

$$Q_{rencana} = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q_{rencana} = 0,278 \times 0,60 \times 53,114 \text{ mm/jam} \cdot 0,0387 \text{ km}^2$$

$$Q_{rencana} = 0,343 \text{ m}^3/\text{s}$$

Dengan  $Q_{rencana}$  : debit rencana,  $C$ =koefisien limpasan dan  $A$ =luas area

Data saluran

- Lebar dasar( $b$ )  
 $= 0,3 \text{ m}$
- Tinggi saluran( $y$ )  
 $= 0,3 \text{ m}$
- Kecepatan saluran penampang( $V$ )  
 $= 1,5 \text{ m/s}$

Luas Penampang Saluran

$$A = b \cdot y$$

$$A = 0,3 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ m}$$

$$A = 0,09 \text{ m}^2$$

Keliling penampang saluran

$$p = b + 2y$$

$$p = 0,3 + (2 \cdot 0,09)$$

$$p = 0,48 \text{ m}$$

Debit eksisting

$$Q_{eksisting} = V \cdot A$$

$$Q_{eksisting} = 1,5 \text{ m/s} \cdot 0,09 \text{ m}^2$$

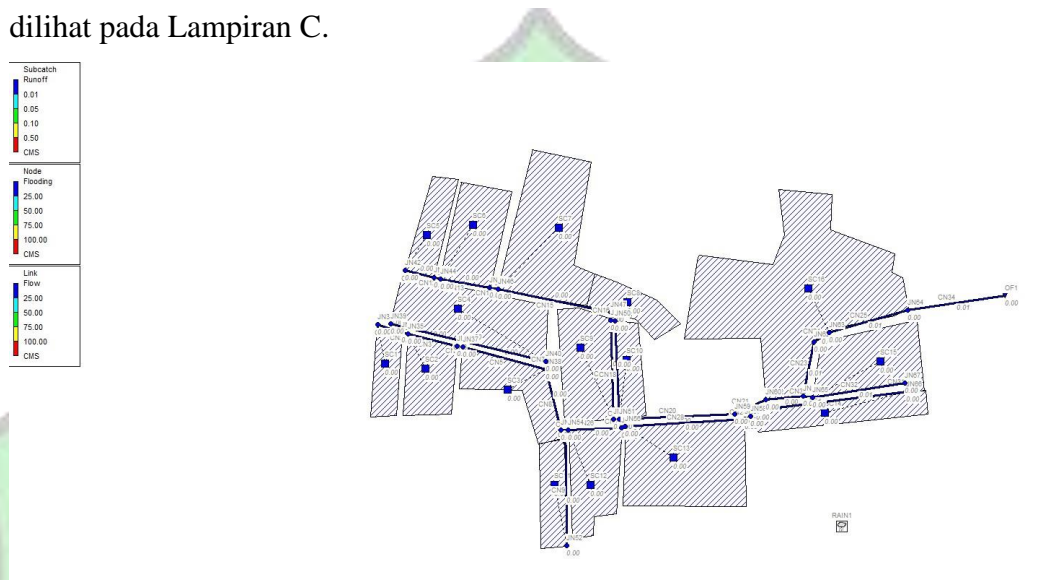
$$Q_{eksisting} = 0,135 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Berdasarkan

perhitungan  $Q_{eksisting}$  dan  $Q_{rencana}$  maka dapat disimpulkan bahwasanya  $Q_{rencana}$  lebih besar dari pada  $Q_{eksisting}$  sehingga dilakukan redesain untuk saluran drainase, namun untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal peneliti membuktikan pada simulasi.

### 4.3 Simulasi Storm Water Management Model

Permodelan dari SWMM(*Storm Water Management Model*) menghasilkan denah perumahan yang mana menjadi area tangkapan air hujan yang nanti akan menjadi *run off* ke saluran drainase(lihat Gambar 4.5), Serta untuk denah yang lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran C.



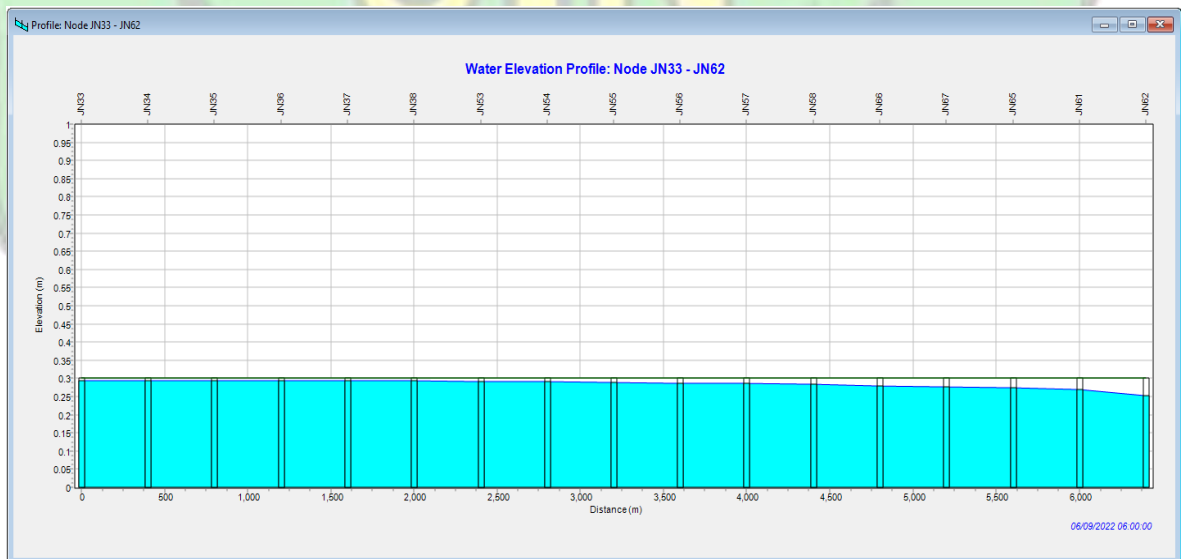
**Gambar 4. 4** Denah saluran drainase dan *Subcatchmen area*

Setelah perhitungan intensitas hujan dengan persamaan Mononobe yang menghasilkan grafik Kurva IDF selanjutnya data perhitungan intensitas hujan diinput kedalam Software SWMM(lihat Gambar 3.3, 3.4 dan 3.5) Yang mana akan menghasilkan laporan untuk beberapa titik pada sistem drainase mengalami luapan air yang dapat dilihat pada Gambar 4.4

Node	Hours Flooded	Maximum Rate CMS	Day of Maximum Flooding	Hour of Maximum Flooding	Total Flood Volume 10 <sup>6</sup> ltr	Maximum Ponded Depth Meters
JN33	1.48	0.019	0	00:15	0.017	0.000
JN34	0.66	0.008	0	00:54	0.003	0.000
JN35	0.71	0.017	0	01:05	0.009	0.000
JN36	0.51	0.006	0	00:54	0.001	0.000
JN37	0.55	0.003	0	04:11	0.002	0.000
JN38	0.57	0.025	0	00:35	0.018	0.000
JN39	1.19	0.016	0	00:24	0.009	0.000
JN40	1.18	0.065	0	00:13	0.075	0.000
JN41	0.39	0.003	0	01:12	0.001	0.000
JN42	4.93	0.054	0	00:10	0.071	0.000
JN43	0.14	0.004	0	01:09	0.001	0.000
JN44	0.28	0.015	0	01:05	0.004	0.000
JN45	0.36	0.009	0	01:09	0.004	0.000
JN46	0.89	0.093	0	00:12	0.089	0.000
JN47	0.58	0.025	0	00:19	0.013	0.000
JN48	0.33	0.026	0	00:28	0.005	0.000
JN49	0.11	0.007	0	02:35	0.001	0.000
JN50	0.06	0.005	0	01:11	0.001	0.000
JN52	1.19	0.021	0	00:35	0.022	0.000
JN53	0.62	0.010	0	00:29	0.005	0.000
JN54	0.66	0.030	0	00:35	0.020	0.000
JN55	0.74	0.007	0	00:29	0.005	0.000
JN56	0.89	0.096	0	00:12	0.076	0.000
JN57	0.12	0.001	0	01:11	0.000	0.000
JN58	0.26	0.004	0	00:55	0.001	0.000
JN62	0.02	0.006	0	01:11	0.000	0.000

**Gambar 4.5 Node Flooding**

Laporan pada *Node Flooding* lalu disimulasikan untuk mengetahui bagaimana terjadinya luapan air hujan, dapat dilihat pada Gambar 4. 5.



**Gambar 4.6 Simulasi hujan pada saluran drainase JN33-JN62**

Simulasi yang telah dilakukan pada Software SWMM dengan 26 titik genangan dapat disimpulkan bahwa saluran drainase saat ini untuk perumahan Kuwait tidak cukup menampung air hujan. Sehingga dilakukan perhitungan manual debit saluran untuk melihat perbandingan  $Q_{eksisting}$  dan  $Q_{rencana}$

#### **4.4 Rekomendasi Penagulangan Banjir Genangan**

Rekomendasi penanggulangan banjir genangan dapat dilakukan berdasarkan dari simulasi dan perhitungan  $Q_{eksisting}$  dan  $Q_{rencana}$ . Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan redesain untuk saluran drainase dengan menghitung dimensi saluran ekonomis.

Data

saluran

- Debit rencana ( $Q_{rencana}$ ) = 0,547  $m^3/s$

- Kecepatan air di saluran ( $V$ ) = 1,5 m/s

- Luas penampang saluran Trapesium (A)

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

$$A = \frac{0,547 m^3 / s}{1,5 m / s}$$

$$A = 0.3646 m^2$$

- Luas penampang bawah

$$A = y(B + my)$$

$$A = By + my^2$$

$$By = A - my^2$$

$$B = \frac{A - my^2}{y}$$

Dengan;  $m = \frac{1}{\sqrt{3}}$

Setelah didapatkannya rumus turunan maka akan dilakukan iterasi untuk mendapatkan kecocokan antara B dan y agar memiliki suatu bentuk saluran, iterasi dapat dilihat pada Tabel 4.7.

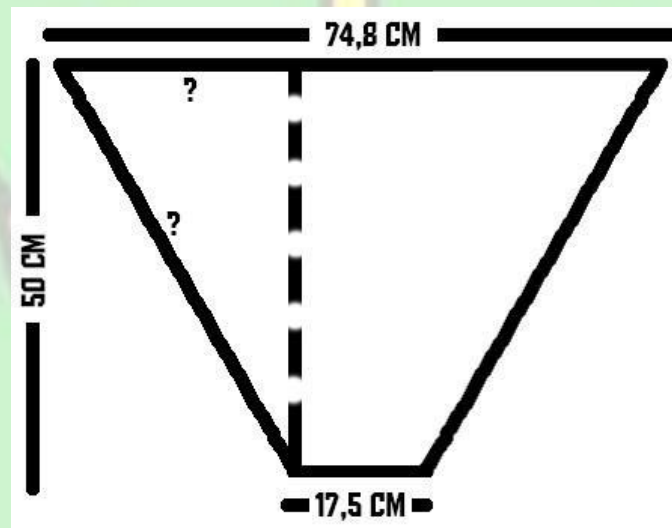
**Tabel 4.7** Hasil Perhitungan Iterasi

Iterasi	Luas Penampang (A)	Kecepatan saluran (V)	Kedalaman Air (y)	Lebar Dasar (b)
1	0.229	1,5 m/s	0,3	0,589
2	0.229	1,5 m/s	0,4	0,341

3	0.229	1,5 m/s	0,5	0,171
4	0.229	1,5 m/s	0,6	0,035
5	0.229	1,5 m/s	0,7	-0,077
6	0.229	1,5 m/s	0,8	-0,176
7	0.229	1,5 m/s	0,9	-0,265

(Sumber: Hasil pengolahan data (2022))

Dari hasil perhitungan dengan kedalaman 0,5 m, maka Panjang dasar saluran trapesium diperoleh 0,171 m, dan diambil 0,175 cm untuk gambar rencana dapat dilihat pada Lampiran D. Selanjutnya pengecekan hitungan perencanaan untuk memvalidasi bahwasanya saluran dapat menampung Qrencana.





$$= \frac{74,5 - 17,5}{2}$$

$$= 28,5$$

$$C = \sqrt{A^2 + B^2}$$

$$C = \sqrt{28,5^2 + 50^2}$$

$$C = 57,5$$

$$p = 57,5 + 57,5 + 17,5$$

$$p = 123,5 \text{ cm}$$

$$A = \frac{74,8 + 17,5}{2} \cdot 50$$

$$A = 2300 \text{ cm}$$

$$R = \frac{y}{2} \quad R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{50}{2} \quad R = \frac{2300}{123,5}$$

$$R = 25 \quad R = 18,6$$

Perbandingan Q rencana dan Q redesain yang di gambarkan.

$$Q_{ren} = 0,345 \text{ m}^3 / \text{s}$$

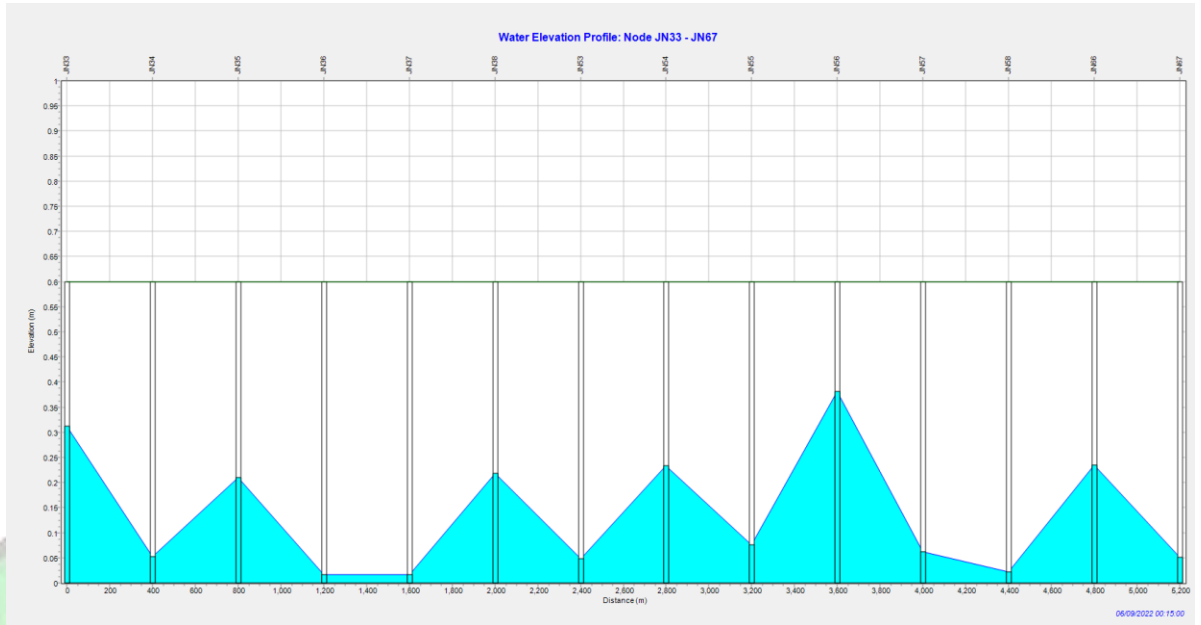
$$Q_{redesain} = A \cdot V$$

$$Q_{redesain} = 0,23 \cdot 1,5$$

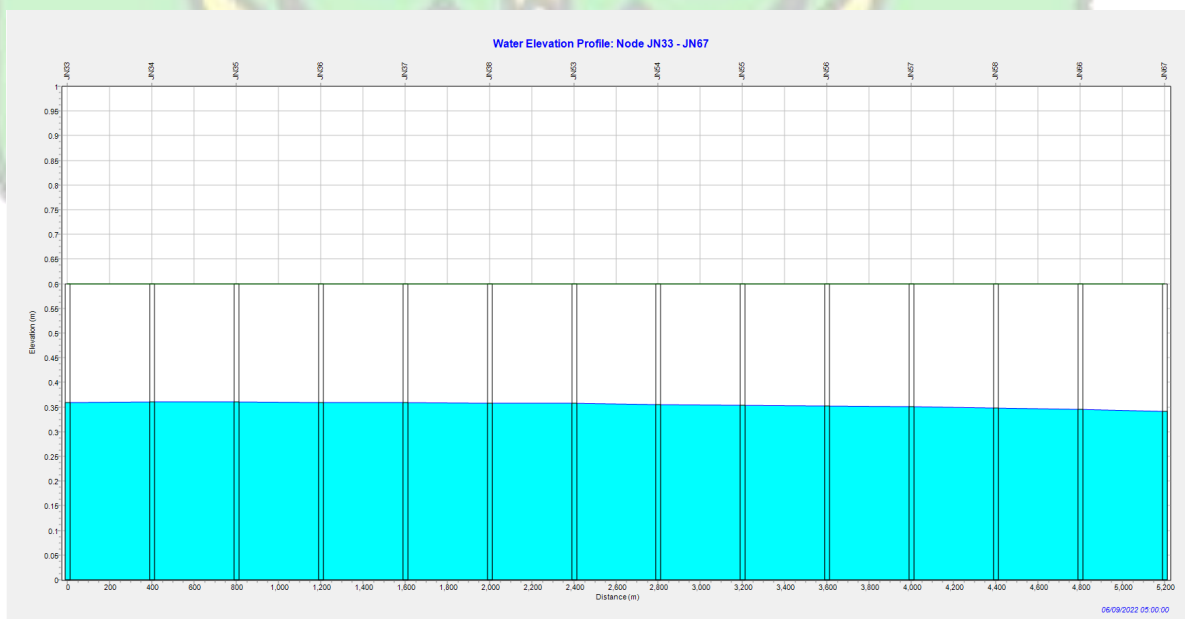
$$Q_{redesain} = 0,345 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Qredesain= Qrencana yang mana saluran dapat menampung volume air dari debit rencana dan saluran yang dibangun sudah dilebihkan sedikit dari pada syarat ekonomis, sehingga dimensi saluran drainase yang direncanakan sudah mampu

menampung debit banjir dari 5 tahunan. Setelah dilakukan pengecekan melalui perhitungan maka akan dilakukan menggunakan simulasi dengan menggunakan SWMM dapat dilihat pada gambar 4.10 dan 4.11.



**Gambar 4.7** Sebelum berlajannya simulasi



**Gambar 4.8** Sesudah simulasi berjalan

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah;

1. Kondisi eksisting pada Perumahan Kuwait terkendala oleh 2 faktor yaitu Teknik dan sosial yang mana pada faktor teknik mengalami rubuhnya dinding yang disebabkan oleh pembebanan berlebih sedangkan pada faktor sosial kurangnya kesadaran masyarakat akan dampak buang sampah sembarangan yang mengakibatkan penumpukan pada saluran drainase.
2. Simulasi menggunakan SWMM didapat sebanyak 26 titik genangan yang dikarenakan saluran drainase tidak dapat menampung air hujan dengan intensitas 53,144 mm/detik. Debit yang dapat di tampung saluran drainase pada perumahan Kuwait adalah  $0,135\text{m}^3/\text{s}$  dan debit rencana  $10,6\text{m}^3/\text{s}$ , sehingga dimensi saluran tidak dapat menampung air hujan yang masuk kedalam drainase.
3. Rekomendasi untuk saluran drainase untuk perumahan Kuwait adalah redesain bentuk drainase persegi menjadi trapesium yang mana  $Q$  bangunan air =  $Q$  rencana dan bangunan sudah melebihi sedikit dari pada yang direncanakan sehingga dapat menampung debit banjir yang dihasilkan dalam 5 tahunan.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan beberapa sararan sebagai berikut;

1. Perlunya perhatian untuk Kawasan perumahan untuk mengontrol angkutan mobil yang masuk untuk meminimalisir muatan yang berlebih agar tidak terjadinya beban berlebih untuk bangunan drainase dan tumpahan muatan yang menyebabkan sedimen yang berlanjut
2. Diharapkan agar lebih memberikan wawasan lebih seperti himbauan dilarang membuang sampah sembarangan agar tidak terjadinya penyumbatan saluran drainase.

3. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan merencanakan redesain, sehingga drainase perumahan Kuwait dapat menampung debit air hujan dengan maximum.



## DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. B. (2020). *Pemodelan Sistem Drainase Perkotaan Menggunakan SWMM*. Yogyakarta: Deepublish.
- Arafat, Y. (2008). REDUKSI BEBAN ALIRAN DRAINASE PERMUKAAN MENGGUNAKAN. *Jurnal SMARTek*, 145–153.
- Azmeri, F. E. (2017). *Sidik Cepat Ancaman Banjir Bandang*. Yogyakarta: Deepublish.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2016). Risiko Bencana Indonesia
- Elvitaria, L., Trisnawati, L., (2019). Permodelan Mobile GIS Sejarah Hidup NABI MUHAMMAD SAW Berbasis Android. *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, Vol.4, No.1, 54-63.
- Ermawati, R., Aji, S., A. (2018) . Sistem Penyediaan Air Minum (Studi Kasus Kota Ambon). Magelang : Unimma Press.
- Fairizi, D. (2015). Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di Sub DAS Lambidaro Kota Palembang. *Jurnal Teknik SipilDan Lingkungan*, 3(1), 755–765.
- Harinaldi. (2005) . Prinsip-prinsip Statistik Untuk Teknik / Sains. Jakarta: Erlangga.
- Harisuseno, D., Bisri, M. (2017). Limpasan Permukaan Secara Keruangan (SpartialRunoff). Malang ; UB Press.
- Hendri, Y., (2016). Dampak Bencana Banjir Bandang Terhadap Masyarakat di Kelurahan Tabing Banda Gadang Kecamatan Nanggalo Kota Padang. 1-21.
- Karuniastuti, N. (2014). Teknologi Biopori Untuk Mengurangi Banjir Dan Tumpukan Sampah Organik. *Forum Teknologi*, Vol.04 No.(2), 60–68.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.
- Peraturan Menteri Perumahan Pemukiman Rakyat No.28/PRT/M/2015 Tentang Penerapan Garis Sepadan Sungai Dan Garis Sepadan Danau.
- Peterson W. Eric., Wicks Carol M. (2006). Assessing the importance of conduit geometry and physical parameters in karst systems using the storm water management model (SWMM). *Journal Of Hydrology*. 329, 294– 305.



- Qomariyah, S., Saido, A., P., Dhianarto, B., (2007). Kajian Genangan Banjir Saluran Drainase Dengan Bantuan Sistem Informasi Geografi (Studi Kasus: Kali Jenes, Surakarta). Teknik Sipil, Vol. , 57-62.
- Soewarno. (1995). Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid, Bandung : NOVA
- Suripin. (2004). Sistem Saluran Drainase Perkotaan Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi.
- Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah.
- Wesli. (2008). Drainase Perkotaan. Yogyakarta : Graha ilmu.
- Widyastuti, S., (2013). Perbandingan Jenis Sampah Terhadap Lama Waktu Pengomposan Dalam Lubang Resapan Biopori. Jurnal Teknik, Vol. 11, No.01 ,5-14.
- Wismarini, TH., D., Handayani, D., N., U. (2010) Analisis Sistem Drainase Kota Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografi dalam Membantu Pengambilan Keputusan bagi Penanganan Banjir. Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK Vol.XV. No.(1) 41-51.
- Yusuf, M., A. (2016). Metode Penelitian Kuantitatif, kualitatif dan Gabungan, Jakarta : Kencana.

## LAMPIRAN A

### Lampiran A.1 Lembar Observasi

Hari/Tanggal: 12 Januari 2022

Pukul:10.12

Item Observasi	Hasil Pengamatan
<p>Kondisi saluran drainase:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sumbatan<ul style="list-style-type: none"><li>a. Organik</li><li>b. anorganik</li></ul></li><li>• Runtuhan</li><li>• Sedimentasi</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sumbatan berupa Sampah organic dan anorganik<ul style="list-style-type: none"><li>a. organik Botol air mineral plastik, mie instan dan snack-snack</li><li>b. anorganik dedaunan dan ranting-ranting kecil</li></ul></li><li>• Runtuhan Ada beberapa bagian badan saluran drainase runtuh dan ambruk dikarenakan kendaraan yang memasuki kompleks dengan muatan yang berlebih</li><li>• Sedimentasi Tingginya sedimen di dalam saluran di akibatkan dari muatan truck yang jatuh ke dalam saluran drainase.</li></ul>

**Lampiran A.2** Lembar Wawancara awal

Nama: Bu Eka

Jabatan : Warga

Wawancara	Jawaban
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Apakah di tempat ini sering terjadi banjir genangan ?</li><li>2. Berapa sering terjadinya banjir genangan di tempat ini ?</li><li>3. Apa penyebab utama terjadinya banjir?</li><li>4. Berapa atau seberapa tinggi banjir genangan yang terjadi ?</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sering terjadi hanya pada musim hujan.</li><li>2. Selama setahun bisa 2 sampai 3 kali</li><li>3. Sumbat akan dedaunan dan sampah konsumsi</li><li>4. Bervariasi tergantung tempat</li></ol>

Nama: Pak Gunawan

Jabatan : Warga

Wawancara	Jawaban
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Apakah di tempat ini sering terjadi banjir genangan ?</li><li>2. Berapa sering terjadinya banjir genangan di tempat ini ?</li><li>3. Apa penyebab utama terjadinya banjir?</li><li>4. Berapa atau seberapa tinggi banjir genangan yang terjadi ?</li></ol>	<p>Hanya pada musim hujan</p> <p>Sumbat akan dedaunan dan sampah konsumsi</p> <p>Bervariasi tergantung tempat</p>

Nama: Pak rahmat

Jabatan : Warga

Wawancara	Jawaban
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Apakah di tempat ini sering terjadi banjir genangan ?</li><li>2. Berapa sering terjadinya banjir genangan di tempat ini ?</li><li>3. Apa penyebab utama terjadinya banjir?</li><li>4. Berapa atau seberapa tinggi banjir genangan yang terjadi ?</li></ol>	<p>Hanya pada musim hujan</p> <p>Sumbat akan dedaunan dan sampah konsumsi</p> <p>Bervariasi tergantung tempat</p>

Nama: Pak Musawir

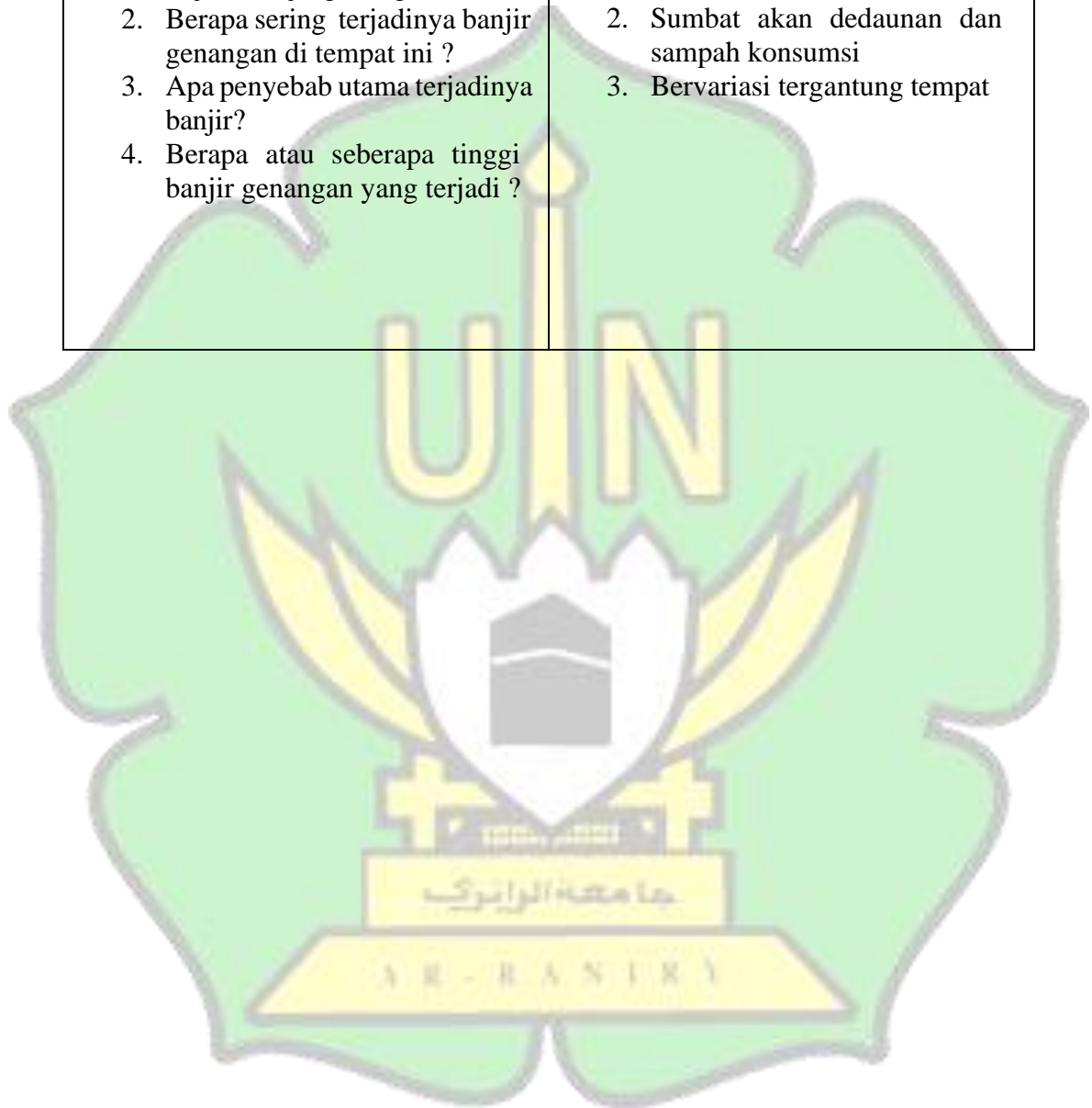
Jabatan : Warga

Wawancara	Jawaban
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Apakah di tempat ini sering terjadi banjir genangan ?</li><li>2. Berapa sering terjadinya banjir genangan di tempat ini ?</li><li>3. Apa penyebab utama terjadinya banjir?</li><li>4. Berapa atau seberapa tinggi banjir genangan yang terjadi ?</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Hanya pada musim hujan</li><li>2. Sumbat akan dedaunan dan sampah konsumsi</li><li>3. Bervariasi tergantung tempat</li></ol>

Nama: Pak Yusuf

Jabatan : Warga

Wawancara	Jawaban
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Apakah di tempat ini sering terjadi banjir genangan ?</li><li>2. Berapa sering terjadinya banjir genangan di tempat ini ?</li><li>3. Apa penyebab utama terjadinya banjir?</li><li>4. Berapa atau seberapa tinggi banjir genangan yang terjadi ?</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Hanya pada musim hujan</li><li>2. Sumbat akan dedaunan dan sampah konsumsi</li><li>3. Bervariasi tergantung tempat</li></ol>





## LAMPIRAN B

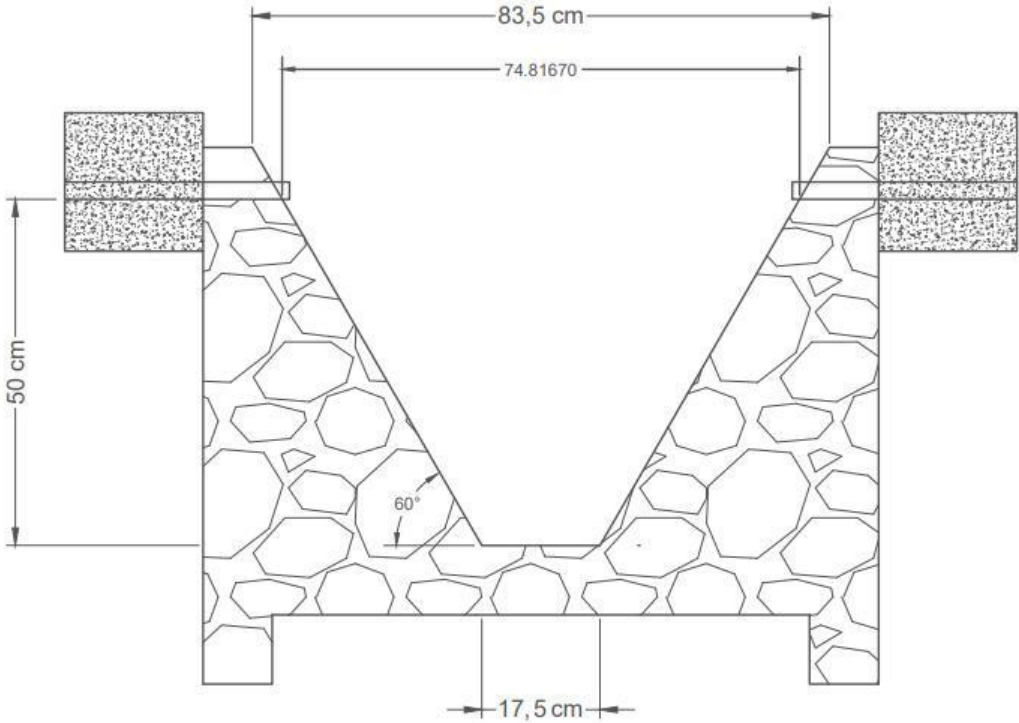
Lampiran B.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.

Kegiatan	Bulan																				
	Oktober[22]			November[22]				Desember[22]				Januari [23]			Februari[23]			Maret[23]			
Pra Riset	■	■																			
Pengajuan Judul			■	■	■	■															
Penulisan Proposal				■	■	■	■	■													
Testing data pada software						■	■	■	■	■	■										
Persiapan Data													■	■	■						
Program/Input data														■	■	■					
Penyusunan laporan akhir																	■	■	■	■	■

LAMPIRAN C



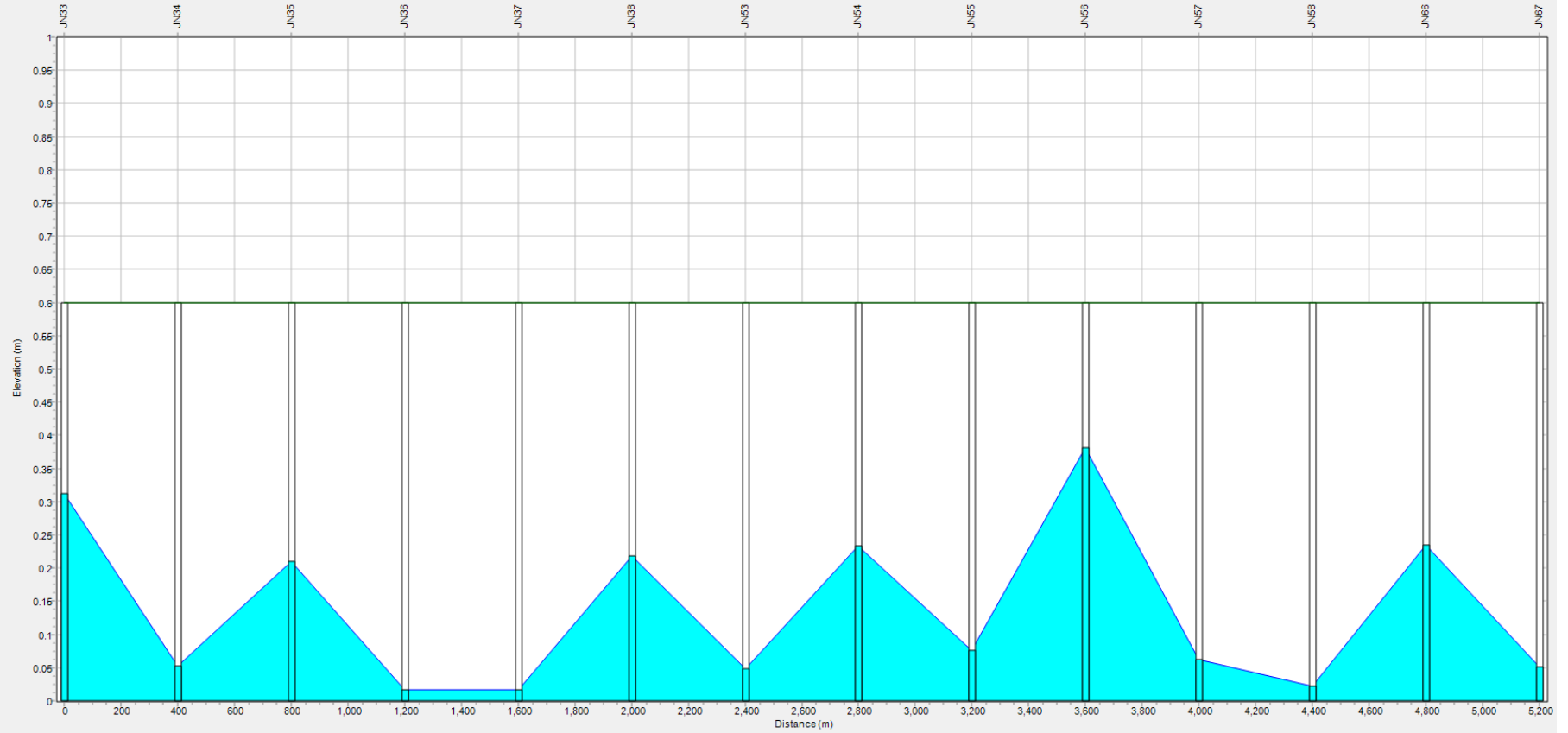
**LAMPIRAN D**



POTONGAN DRAINASE  
SKALA 1:20

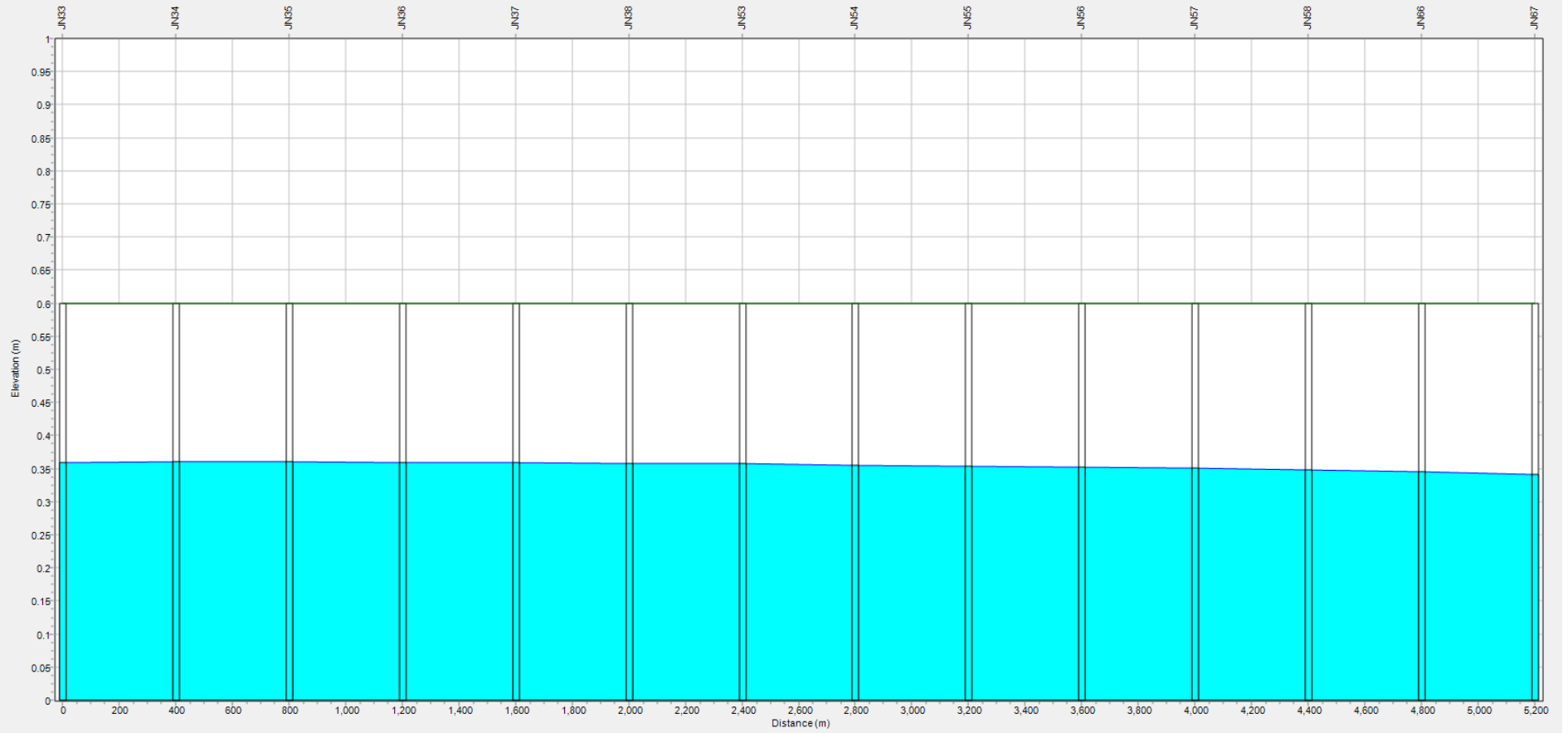
# LAMPIRAN E

Water Elevation Profile: Node JN33 - JN67



06/09/2022 00:15:00

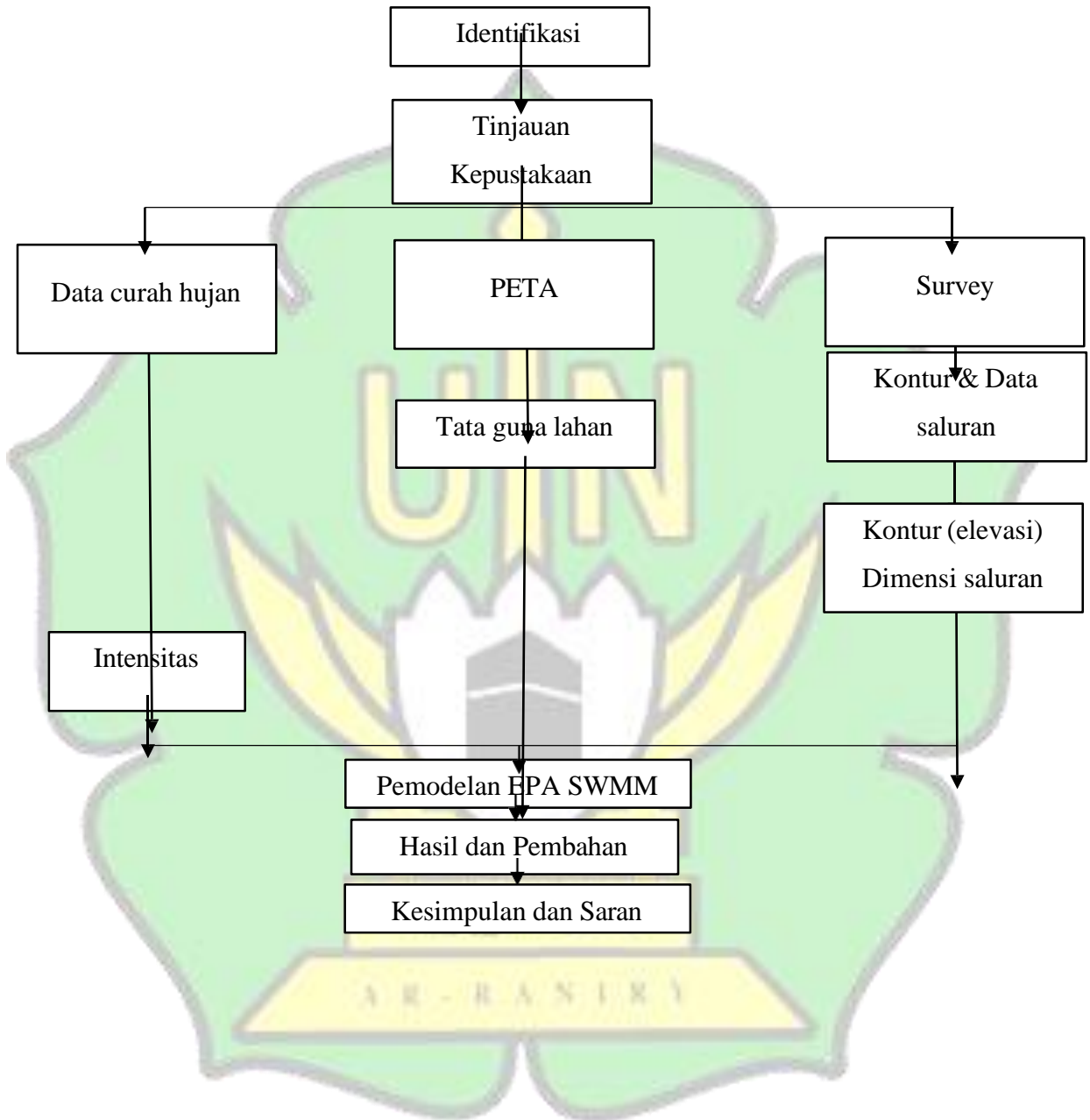
Water Elevation Profile: Node JN33 - JN67



06/09/2022 05:00:00



## LAMPIRAN F



## LAMPIRAN G

### Lampiran C.1 Kondisi Kompleks Perumahan Kuwait



AR-RANIRY

## LAMPIRAN H

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

a. Tahun 2011

$$X = \frac{192 + 86 + 318 + 140 + 78 + 37 + 49 + 78 + 128 + 128 + 145 + 223}{12} = \frac{1602}{12} = 133,5$$

b. Tahun 2012

$$X = \frac{286 + 90 + 166 + 108 + 160 + 35 + 55 + 47 + 93 + 176 + 232 + 339}{12} = \frac{1787}{12} = 148,9$$

c. Tahun 2013

$$X = \frac{284 + 125 + 67 + 109 + 134 + 131 + 56 + 43 + 89 + 64 + 135 + 301}{12} = \frac{1538}{12} = 128,16$$

d. Tahun 2014

$$X = \frac{76,5 + 60 + 56 + 118 + 259 + 74 + 49 + 94 + 131 + 244 + 213 + 512}{12} = \frac{1885}{12} = 157,08$$

e. Tahun 2015

$$X = \frac{109 + 61 + 99 + 263 + 130 + 66 + 70 + 73 + 151 + 159 + 165 + 204}{12} = \frac{1550}{12} = 129,16$$

f. Tahun 2016

$$X = \frac{185 + 109 + 93 + 74 + 215 + 56 + 65 + 116 + 73 + 105 + 289 + 227}{12} = \frac{1607}{12} = 134,4$$

g. Tahun 2017

$$X = \frac{282 + 86 + 114 + 75 + 176 + 25 + 55 + 49 + 155 + 100 + 240 + 267}{12} = \frac{1662}{12} = 135,16$$

h. Tahun 2018

$$X = \frac{237 + 57 + 72 + 146 + 274 + 41 + 61 + 63 + 132 + 198 + 297 + 169}{12} = \frac{1747}{12} = 145,58$$

i. Tahun 2019

$$X = \frac{127 + 75 + 108 + 113 + 116 + 49 + 85 + 51 + 118 + 227 + 125 + 109}{12} = \frac{1303}{12} = 109,01$$

j. Tahun 2020

$$X = \frac{28 + 60 + 117 + 221 + 367 + 45 + 116 + 71 + 173 + 136 + 220 + 224}{12} = \frac{1778}{12} = 148,16$$

Tabel.Rekapitulasi curah hujan rata-rata bulanan

Tahun	Xi (mm)
2011	133.941
2012	149.393
2013	129.193
2014	157.77
2015	129.479
2016	134.424
2017	135.773
2018	145.965
2019	109.102
2020	148.753

## H.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 (Xi) (mm)	$Xi - \bar{X}$	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Xi - \bar{X})^3$	$(Xi - \bar{X})^4$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5)	(5)
1	2011	133,941	-3,438	11,822	-40,647	139,757
2	2012	149,393	12,014	144,329	1733,925	20830,857
3	2013	129,193	-8,186	67,016	-548,609	4491,078
4	2014	157,770	20,391	415,781	8478,058	172873,546
5	2015	129,479	-7,900	62,415	-493,095	3895,600
6	2016	134,424	-2,955	8,734	-25,811	76,279
7	2017	135,773	-1,606	2,580	-4,145	6,657
8	2018	145,965	8,586	73,714	632,888	5433,790
9	2019	109,102	-2,277	799,606	-22610,690	639369,268
10	2020	148,753	11,374	129,361	1471,314	16734,282
Jumlah		1373,793		1715,357	-11406,811	863851,114
Rata-rata $\bar{X}$		137,3793				

S	13,8056
Cs	-0,2454
Ck	0,2172
Cv	0,1005

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{1373,793}{10} = 137,379$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1715,357}{10-1}} = 13,8056$$

a)

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

$$KT_2 = \frac{0,3065 - 0,4052}{0,9497} = -0,1093$$

$$XT_2 = \bar{X} + S.K$$

$$XT_2 = 137,3793 + 13,8056 \cdot -0,10393$$

$$XT_2 = 135,9445 \text{ mm}$$

b)

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

$$KT_5 = \frac{1,4999 - 0,4052}{0,9497} = 1,15268$$

$$XT_5 = \bar{X} + S.K$$

$$XT_5 = 137,3793 + 13,8056 \cdot 1,15268$$

$$XT_5 = 153,23 \text{ mm}$$

c)

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

$$KT_{10} = \frac{2,2504 - 0,4052}{0,9497} = 1,942929$$

$$XT_{10} = \bar{X} + S.K$$

$$XT_{10} = 137,3793 + 13,8056 \cdot 1,942929$$

$$XT_{10} = 164,2026 \text{ mm}$$

d)



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

$$KT_{25} = \frac{3,1255 - 0,4052}{0,9497} = 2,86437$$

$$XT_{25} = \bar{X} + S.K$$

$$XT_{25} = 137,3793 + 13,8056 \cdot -2,86437$$

$$XT_{25} = 176,924mm$$

e)

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

$$KT_{50} = \frac{3,9019 - 0,4052}{0,9497} = 3,6819$$

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

$$XT_{50} = 137,3793 + 13,8056 \cdot -3,6819$$

$$XT_{50} = 188,2102mm$$

## 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 (Xi) (mm)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5)	(5)
1	2011	133.941	-3.438	11.822	-40.647	139.757
2	2012	149.393	12.014	144.329	1733.925	20830.857
3	2013	129.193	-8.186	67.016	-548.609	4491.078
4	2014	157.770	20.391	415.781	8478.058	172873.546
5	2015	129.479	-7.900	62.415	-493.095	3895.600
6	2016	134.424	-2.955	8.734	-25.811	76.279
7	2017	135.773	-1.606	2.580	-4.145	6.657
8	2018	145.965	8.586	73.714	632.888	5433.790
9	2019	109.102	-28.277	799.606	-22610.690	639369.268
10	2020	148.753	11.374	129.361	1471.314	16734.282
Jumlah		1373.793		1715.357	-11406.811	863851.114
Rata-rata $\bar{X}$		137.3793				
S		13.8056				
Cs		-0.2454				

Ck	0.2172
Cv	0.1005

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{1373,793}{10} = 137,379$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1715,357}{10-1}} = 13,8056$$

Nilai KT dilihat dari tabel reduksi Gauss diambil :

KT <sub>2</sub>	= 0
KT <sub>5</sub>	= 0.84
KT <sub>10</sub>	= 1.28
KT <sub>25</sub>	= 1.98
KT <sub>50</sub>	= 2.05

a)

$$XT_2 = \bar{X} + K_r \cdot S$$

$$XT_2 = 137,379 + 0 \times 13,8056$$

$$XT_2 = 137,379$$

b)

$$XT_5 = \bar{X} + K_r \cdot S$$

$$XT_5 = 137,379 + 0,84 \times 13,8056$$

$$XT_5 = 148,976$$

c)

$$XT_{10} = \bar{X} + K_r \cdot S$$

$$XT_{10} = 137,379 + 1,28 \times 13,8056$$

$$XT_{10} = 155,050$$

d)

$$XT_{25} = \bar{X} + K_r \cdot S$$

$$XT_{25} = 137,379 + 1,98 \times 13,8056$$

$$XT_{25} = 164,714$$

e)

$$\begin{aligned}
 XT_{50} &= \bar{X} + K_T \cdot S \\
 XT_{50} &= 137,379 + 1,98 \times 13,8056 \\
 XT_{50} &= 165,681
 \end{aligned}$$

### 3. Metode Log Normal

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

Tabel Perhitungan periode ulang curah hujan rencana Metode Log Normal

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (x) (mm)	Log Xi	Log Xi-LogX	(Log Xi-LogX) <sup>2</sup>	(Log Xi-LogX) <sup>3</sup>	(Log Xi-LogX) <sup>4</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)		(5)	(5)	(5)
1	2011	133.941	2.127	-0.009	0.0000799	-0.0000007	0.0000000
2	2012	149.393	2.174	0.038	0.0014804	0.0000570	0.0000022
3	2013	129.193	2.111	-0.025	0.0006059	-0.0000149	0.0000004
4	2014	157.770	2.198	0.062	0.0038651	0.0002403	0.0000149
5	2015	129.479	2.112	-0.024	0.0005596	-0.0000132	0.0000003
6	2016	134.424	2.128	-0.007	0.0000544	-0.0000004	0.0000000
7	2017	135.773	2.133	-0.003	0.0000092	0.0000000	0.0000000
8	2018	145.965	2.164	0.028	0.0008062	0.0000229	0.0000007
9	2019	109.102	2.038	-0.098	0.0096083	-0.0009418	0.0000923
10	2020	148.753	2.172	0.037	0.0013404	0.0000491	0.00000180
Jumlah		1373.793	21.359		0.018	-0.000602	0.0001126
Log $\bar{X}$		2.1359					
S Log X		0.0452					
Cs		-0.3006					
Ck		0.2311					
Cv		0.0212					

$$\text{Log } X = \frac{\sum \text{Log } X_i}{n} = \frac{21,359}{10} = 2,136$$

$$S \text{Log } X = \frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X)^2}{n-1} = \sqrt{\frac{0,018}{10-1}} = 0,0452$$

Nilai KT dilihat dari tabel reduksi Gauss diambil :

$$KT_2 = 0$$

$$KT_5 = 0.8$$

$$KT_{10} = 1.28$$

$$KT_{25} = 1.98$$

$$KT_{50} = 2.05$$

a)

$$\text{Log}X_{T_2} = \text{Log} \bar{X} + K_T x S \text{Log} X$$

$$\text{Log}X_{T_2} = 2,136 + 0 \times 0,452$$

$$\text{Log}X_{T_2} = 2,136 \text{mm}$$

b)

$$\text{Log}X_{T_5} = \text{Log} \bar{X} + K_T x S \text{Log} X$$

$$\text{Log}X_{T_5} = 2,136 + 0,84 \times 0,452$$

$$\text{Log}X_{T_5} = 2,194 \text{mm}$$

c)

$$\text{Log}X_{T_{10}} = \text{Log} \bar{X} + K_T x S \text{Log} X$$

$$\text{Log}X_{T_{10}} = 2,136 + 1,28 \times 0,452$$

$$\text{Log}X_{T_{10}} = 2,194 \text{mm}$$

d)

$$\text{Log}X_{T_{25}} = \text{Log} \bar{X} + K_T x S \text{Log} X$$

$$\text{Log}X_{T_{25}} = 2,136 + 1,98 \times 0,452$$

$$\text{Log}X_{T_{25}} = 2,225 \text{mm}$$

e)

$$\text{Log}X_{T_{50}} = \text{Log} \bar{X} + K_T x S \text{Log} X$$

$$\text{Log}X_{T_{50}} = 2,136 + 2,05 \times 0,452$$

$$\text{Log}X_{T_{50}} = 2,229 \text{mm}$$

#### 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) (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)	(5)	(5)
1	2011	133.941	2.127	-0.009	0.0000799	-0.0000007	0.0000000
2	2012	149.393	2.174	0.038	0.0014804	0.0000570	0.0000022
3	2013	129.193	2.111	-0.025	0.0006059	-0.0000149	0.0000004
4	2014	157.770	2.198	0.062	0.0038651	0.0002403	0.0000149
5	2015	129.479	2.112	-0.024	0.0005596	-0.0000132	0.0000003
6	2016	134.424	2.128	-0.007	0.0000544	-0.0000004	0.0000000
7	2017	135.773	2.133	-0.003	0.0000092	0.0000000	0.0000000
8	2018	145.965	2.164	0.028	0.0008062	0.0000229	0.0000007
9	2019	109.102	2.038	-0.098	0.0096083	-0.0009418	0.0000923
10	2020	148.753	2.172	0.037	0.0013404	0.0000491	0.0000018
Jumlah		1373.793	21.359		0.018	-0.000602	0.0001126
Log $\bar{X}$		2.1359					
S Log X		0.0452					
Cs		-0.30					
Ck		0.2311					
Cv		0.0212					

$$\text{Log} \bar{X} = \frac{\sum \text{Log} X_i}{n} = \frac{21,359}{10} = 2,136$$

$$S \text{Log} X = \frac{\sum (\text{Log} X_i - \text{Log} \bar{X})^2}{n-1} = \sqrt{\frac{0,018}{10-1}} = 0,0452$$

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log} X_i - \text{Log} \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(S \text{Log} X)^3} = \frac{-0,0061893}{0,00666087} = -0,904$$

T = 2 Cs = 0.172 KT = -0.029

T = 5 Cs = 0.172 KT = 0.832

T = 10 Cs = 0.172 KT = 1.298

T = 25 Cs = 0.172 KT = 1.809

T = 50 Cs = 0.172 KT = 2.144



a)

$$\begin{aligned} \text{Log}X_{T_2} &= \text{Log} \bar{X} + (K_T \times S \text{Log} X) \\ \text{Log}X_{T_2} &= 2,136 + 0,147 \times 0,045 \\ \text{Log}X_{T_2} &= 2,142 \end{aligned}$$

b)

$$\begin{aligned} \text{Log}X_{T_5} &= \text{Log} \bar{X} + (K_T \times S \text{Log} X) \\ \text{Log}X_{T_5} &= 2,136 + 0,865 \times 0,045 \\ \text{Log}X_{T_5} &= 2,175 \end{aligned}$$

c)

$$\begin{aligned} \text{Log}X_{T_{10}} &= \text{Log} \bar{X} + (K_T \times S \text{Log} X) \\ \text{Log}X_{T_{10}} &= 2,136 + 1,637 \times 0,045 \\ \text{Log}X_{T_{10}} &= 2,210 \end{aligned}$$

d)

$$\begin{aligned} \text{Log}X_{T_{25}} &= \text{Log} \bar{X} + (K_T \times S \text{Log} X) \\ \text{Log}X_{T_{25}} &= 2,136 + 1,420 \times 0,045 \\ \text{Log}X_{T_{25}} &= 2,200 \end{aligned}$$

e)

$$\begin{aligned} \text{Log}X_{T_{50}} &= \text{Log} \bar{X} + (K_T \times S \text{Log} X) \\ \text{Log}X_{T_{50}} &= 2,136 + 1,552 \times 0,045 \\ \text{Log}X_{T_{50}} &= 2,206 \end{aligned}$$

Tabel Nilai Reduced Mean (Yn)

<b>n</b>	<b>Yn</b>	<b>n</b>	<b>Yn</b>	<b>n</b>	<b>Yn</b>	<b>n</b>	<b>Yn</b>	<b>n</b>	<b>Yn</b>
<b>10</b>	0.4952	<b>31</b>	0.5371	<b>52</b>	0.5493	<b>73</b>	0.5555	<b>94</b>	0.5592
<b>11</b>	0.4996	<b>32</b>	0.5380	<b>53</b>	0.5497	<b>74</b>	0.5557	<b>95</b>	0.5593
<b>12</b>	0.5035	<b>33</b>	0.5388	<b>54</b>	0.5501	<b>75</b>	0.5559	<b>96</b>	0.5595
<b>13</b>	0.5070	<b>34</b>	0.5396	<b>55</b>	0.5504	<b>76</b>	0.5561	<b>97</b>	0.5596
<b>14</b>	0.5100	<b>35</b>	0.5402	<b>56</b>	0.5508	<b>77</b>	0.5563	<b>98</b>	0.5598
<b>15</b>	0.5128	<b>36</b>	0.5410	<b>57</b>	0.5511	<b>78</b>	0.5565	<b>99</b>	0.5599
<b>16</b>	0.5157	<b>37</b>	0.5418	<b>58</b>	0.5515	<b>79</b>	0.5567	<b>100</b>	0.5600
<b>17</b>	0.5181	<b>38</b>	0.5424	<b>59</b>	0.5518	<b>80</b>	0.5569		
<b>18</b>	0.5202	<b>39</b>	0.5430	<b>60</b>	0.5521	<b>81</b>	0.5570		
<b>19</b>	0.5220	<b>40</b>	0.5436	<b>61</b>	0.5524	<b>82</b>	0.5672		
<b>20</b>	0.5236	<b>41</b>	0.5442	<b>62</b>	0.5527	<b>83</b>	0.5574		
<b>21</b>	0.5252	<b>42</b>	0.5448	<b>63</b>	0.5530	<b>84</b>	0.5576		
<b>22</b>	0.5268	<b>43</b>	0.5453	<b>64</b>	0.5533	<b>85</b>	0.5578		
<b>23</b>	0.5283	<b>44</b>	0.5458	<b>65</b>	0.5535	<b>86</b>	0.5580		

<b>24</b>	0.5296	<b>45</b>	0.5463	<b>66</b>	0.5538	<b>87</b>	0.5581		
<b>25</b>	0.5309	<b>46</b>	0.5468	<b>67</b>	0.5540	<b>88</b>	0.5583		
<b>26</b>	0.5320	<b>47</b>	0.5473	<b>68</b>	0.5543	<b>89</b>	0.5585		
<b>27</b>	0.5332	<b>48</b>	0.5477	<b>69</b>	0.5545	<b>90</b>	0.5586		
<b>28</b>	0.5343	<b>49</b>	0.5481	<b>70</b>	0.5548	<b>91</b>	0.5587		
<b>29</b>	0.5353	<b>50</b>	0.5485	<b>71</b>	0.5550	<b>92</b>	0.5589		
<b>30</b>	0.5362	<b>51</b>	0.5489	<b>72</b>	0.5552	<b>93</b>	0.5591		

Tabel Nilai Reduced Standard Deviation (Sn)

<b>n</b>	<b>Sn</b>	<b>n</b>	<b>Sn</b>	<b>n</b>	<b>Sn</b>	<b>n</b>	<b>Sn</b>	<b>n</b>	<b>Sn</b>
<b>10</b>	0.9496	<b>31</b>	1.1159	<b>52</b>	1.1638	<b>73</b>	1.1881	<b>94</b>	1.2032
<b>11</b>	0.9676	<b>32</b>	1.1193	<b>53</b>	1.1658	<b>74</b>	1.1890	<b>95</b>	1.2038
<b>12</b>	0.9833	<b>33</b>	1.1226	<b>54</b>	1.1667	<b>75</b>	1.1898	<b>96</b>	1.2044
<b>13</b>	0.9971	<b>34</b>	1.1255	<b>55</b>	1.1681	<b>76</b>	1.1906	<b>97</b>	2.2049
<b>14</b>	1.0095	<b>35</b>	1.1286	<b>56</b>	1.1960	<b>77</b>	1.1915	<b>98</b>	1.2055
<b>15</b>	1.0206	<b>36</b>	1.1313	<b>57</b>	1.1708	<b>78</b>	1.1923	<b>99</b>	1.2060
<b>16</b>	1.0316	<b>37</b>	1.1339	<b>58</b>	1.1721	<b>79</b>	1.1930	<b>100</b>	1.2065
<b>17</b>	1.0411	<b>38</b>	1.1363	<b>59</b>	1.1734	<b>80</b>	1.1938		
<b>18</b>	1.0493	<b>39</b>	1.1388	<b>60</b>	1.1747	<b>81</b>	1.1945		
<b>19</b>	1.0565	<b>40</b>	1.1413	<b>61</b>	1.1759	<b>82</b>	1.1953		
<b>20</b>	1.0628	<b>41</b>	1.1436	<b>62</b>	1.1770	<b>83</b>	1.1959		
<b>21</b>	1.0696	<b>42</b>	1.1458	<b>63</b>	1.1782	<b>84</b>	1.1967		
<b>22</b>	1.0754	<b>43</b>	1.1480	<b>64</b>	1.1793	<b>85</b>	1.1973		
<b>23</b>	1.0811	<b>44</b>	1.1499	<b>65</b>	1.1803	<b>86</b>	1.1987		
<b>24</b>	1.0864	<b>45</b>	1.1519	<b>66</b>	1.1814	<b>87</b>	1.1987		
<b>25</b>	1.0915	<b>46</b>	1.1538	<b>67</b>	1.1824	<b>88</b>	1.1994		
<b>26</b>	1.0861	<b>47</b>	1.1557	<b>68</b>	1.1834	<b>89</b>	1.2001		
<b>27</b>	1.1004	<b>48</b>	1.1547	<b>69</b>	1.1844	<b>90</b>	1.2007		
<b>28</b>	1.1047	<b>49</b>	1.1590	<b>70</b>	1.1854	<b>91</b>	1.2013		
<b>29</b>	1.1086	<b>50</b>	1.1607	<b>71</b>	1.1864	<b>92</b>	1.2020		

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

<b>Distribusi Log PEARSON Type III (Mencari Nilai G/Kt)</b>								
	<b>Return Period</b>							
<b>Koefisien Cs/G</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>1000</b>
	<b>Peluang</b>							
	<b>50</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>	<b>0.1</b>
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

### H.3 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat ( $X^2$ )

1) Data hujan diurut dari besar ke kecil

Tahun	Curah hujan rata-rata ( $X_i$ ) (mm)
2011	133,941
2012	133,941
2013	129,193
2014	157,77
2015	129,479
2016	134,424
2017	135,773
2018	145,965

Tabel Pengurutan	2019	109,102
besar ke kecil	2020	148,753

data hujan dari

2) Menghitung jumlah kelas

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

3) Menghitung derajat kebebasan (Dk)

Dimana :P = untuk uji kuadrat adalah 2

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

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

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

5) Menghitung nilai yang diharapkan (EF)

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

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

a. 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,

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

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

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

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

Nilai  $\bar{X} = 137,279$

Nilai  $S = 13,805$

Interval kelas  $X_T = 137,279 + 13,805 \times K$

- $X_5 = 151,984 \text{ mm}$
- $X_{2,5} = 139,946 \text{ mm}$
- $X_{1,67} = 131,499 \text{ mm}$
- $X_{1,25} = 123,263 \text{ mm}$

b. Distribusi Probabilitas Normal

Jumlah data (n) = 10

- $T = 5; \quad K = 0,84$
  - $T = 2,5; \quad K = 0,25$
  - $T = 1,67 \quad K = -0,25$
  - $T = 1,25; \quad K = -0,84$
- Nilai  $X = 2,136$

Nilai  $S = 0,045$

Interval kelas  $X_T = X + K$

- $X_5 = 148,976$  mm
- $X_2 = 140,831$  mm
- $X_{1,6} = 133,928$  mm
- $X_{1,2} = 125,783$  mm

c. Distribusi Probabilitas Log Normal

Nilai  $K_T$  berdasarkan nilai  $C_s$  atau  $G$

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

Nilai  $\log \bar{X}$

$= 2,136$

Nilai  $S$  Log  $X$

$= 0,045$

Interval kelas Log  $X_T = \log \bar{X} + K_T \times S$  Log  $X$

- $X_5 = 149,279$  mm
- $X_2 = 140,378$  mm
- $X_{1,67} = 133,260$  mm
- $X_{1,25} = 125,314$  mm

d. Distribusi Probabilitas Log Pearson III

Nilai  $K_T$  berdasarkan nilai  $C_s$  atau  $G$

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

Nilai  $\log \bar{X} = 137,379$

Nilai  $S$  Log  $X = 13,8056$

Interval kelas Log  $X_T = \log \bar{X} + K_T \times S$  Log  $X$

- $X_5 = 148,176$  mm
- $X_{2,5} = 138,611$  mm
- $X_{1,67} = 135,269$  mm
- $X_{1,25} = 133,628$  mm

8) Menghitung nilai  $\chi^2$

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

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	$(Of - Ef)^2$
					Ef
1	>151,984	2	1	-1	0,5
2	139,946 – 151,954	2	3	1	0,5
3	131,499 – 139,946	2	4	2	2,0
4	123,263 – 131,499	2	2	0	0,0
5	<123,263	2	1	-1	0,5
$\Sigma$		10	11	$\chi^2$	3,5

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

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	$(Of - Ef)^2$
					Ef
1	>148,976	2	1	-1	0,5
2	140,831 – 148,976	2	2	0	0,0
3	133,928 – 140,831	2	4	2	2,0
4	125,783 – 133,928	2	2	0	0,0
5	<125,783	2	1	-1	0,5
$\Sigma$		10	10	$\chi^2$	3,0

Tabel Menghitung nilai  $\chi^2$  untuk distribusi Log Normal

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	(Of - Ef) <sup>2</sup>
					Ef
1	>149,279	2	1	-1	0,5
2	140,378 – 149,279	2	2	0	0,0
3	133,260 – 140,378	2	4	2	2,0
4	125,314 – 133,260	2	2	0	0,0
5	<125,314	2	1	-1	0,5
$\Sigma$		10	10	$\chi^2$	3

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

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	(Of - Ef) <sup>2</sup>
					Ef
1	>149,176	2	1	-1	0,5
2	138,611 – 149,176	2	2	0	0,0
3	135,269 – 138,611	2	1	-1	0,5
4	133,628 – 135,269	2	3	1	0,5
5	<133,628	2	3	1	0,5
$\Sigma$		10	10	$\chi^2$	2

#### H.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

<b>45</b>	0,16	0,18	0,20	0,24
<b>50</b>	0,15	0,17	0,19	0,23
<b>N&gt;50</b>	$1,07/N^{0,5}$	$1,22/N^{0,5}$	$1,36/N^{0,5}$	$1,693/N^{0,5}$

1) Data hujan diurut dari besar ke kecil

Tabel Pengurutan data hujan dari besar ke kecil

Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)
2011	133,941
2012	149,393
2013	129,193
2014	157,770
2015	129,479
2016	134424
2017	135,773
2018	145,965
2019	109,102
2020	148,753

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

- Distribusi Gumbel

No	Curah hujan rata-rata '(xi) (mm)	Xi diurut dari besar ke kecil	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
1	133,94	157,77	0,07	1,48	0,07	0,00
2	149,39	148,75	0,07	0,82	0,21	0,13
3	129,19	145,97	0,08	0,62	0,27	0,19
4	157,77	135,77	0,08	-0,12	0,55	0,47
5	129,48	134,42	0,08	-0,21	0,58	0,50
6	134,42	133,94	0,08	-0,25	0,60	0,52
7	135,77	133,94	0,08	-0,25	0,60	0,52
8	145,97	129,48	0,08	-0,57	0,72	0,63



9	109,10	129,19	0,09	-0,59	0,72	0,64
10	148,75	109,10	0,10	-2,05	0,02	-0,08
<b><math>\Delta P</math> max</b>						<b>0,64</b>

$$X = 137,379$$

$$S = 13,8056$$

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

$$KT = f(t)$$

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

- Distribusi Normal

No	Curah hujan rata-rata '(xi) (mm)	Xi diurut dari besar ke kecil	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	$\Delta P$
1	133,94	157,77	0,07	0,10	0,46	0,39
2	149,39	148,75	0,07	-0,51	0,70	0,62
3	129,19	145,97	0,08	-0,69	0,75	0,68
4	157,77	135,77	0,08	-1,38	0,92	0,84
5	129,48	134,42	0,08	-1,47	0,93	0,85
6	134,42	133,94	0,08	-1,50	0,93	0,85
7	135,77	133,94	0,08	-1,50	0,64	0,56
8	145,97	129,48	0,08	-1,80	0,96	0,88
9	109,10	129,19	0,09	-1,82	0,97	0,88
10	148,75	109,10	0,10	-3,16	1,00	0,90
<b><math>\Delta P</math> max</b>						<b>0,90</b>

$$X = 156,321$$

$$S = 14,927$$

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

$$KT = f(t)$$

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

- Distribusi Log Normal

No	Curah hujan rata-rata '(xi) (mm)	Log Xi diurut dari besar ke kecil	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
1	157,770	2,198	5,00	0,14	0,44	-4,56
2	148,753	2,174	5,06	-0,42	0,66	-4,40
3	145,965	2,173	5,06	-0,46	0,18	-4,89
4	135,773	2,164	5,08	-0,66	0,75	-4,34
5	134,424	2,133	5,16	-1,41	0,92	-4,24
6	133,941	2,129	5,17	-1,51	0,93	-4,23
7	133,941	2,127	5,17	-1,55	0,94	-4,23
8	129,479	2,112	5,21	-1,90	0,97	-4,24
9	129,193	2,111	5,21	-1,92	0,97	-4,24
10	109,102	2,038	5,40	-3,66	1,00	-4,40
<b>ΔP max</b>						<b>-4,23</b>

Log X = 2,192

S Log X= 0,042

Rumus Weibull

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

KT= f(t)

ΔP 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	157,77	2,198	5,00	0,14	0,11	-4,90
2	148,75	2,174	5,06	-0,42	0,13	-4,93
3	145,97	2,173	5,06	-0,46	0,18	-4,89
4	135,77	2,164	5,08	-0,66	0,32	-4,77
5	134,42	2,133	5,16	-1,41	0,34	-4,81
6	133,94	2,129	5,17	-1,51	0,54	-4,63
7	133,94	2,127	5,17	-1,55	0,63	-4,54
8	129,48	2,112	5,21	-1,90	0,83	-4,37
9	129,19	2,111	5,21	-1,92	0,85	-4,36

10	109,10	2,038	5,40	-3,66	1,00	-4,40
<b><math>\Delta P</math> max</b>						<b>-4,36</b>

Log X 2,192

S Log X= 0,042

<p>Rumus Weibull</p> $P(X_i) = \frac{n}{i} + 1$
---

KT= f(t)

$\Delta P$  Kritis = 0,41

**H.5 Tabel Hasil Perhitungan Iterasi**

Iterasi	Luas Penampang (A)	Kecepatan saluran (V)	Kedalaman Air (y)	Lebar Dasar(b)
1	0.229	1,5 m/s	0,3	0,589
2	0.229	1,5 m/s	0,4	0,341
3	0.229	1,5 m/s	0,5	0,171
4	0.229	1,5 m/s	0,6	0,035
5	0.229	1,5 m/s	0,7	-0,077
6	0.229	1,5 m/s	0,8	-0,176
7	0.229	1,5 m/s	0,9	-0,265