

TUGAS AKHIR

ANALISIS SISTEM LUBANG RESAPAN BIOPORI UNTUK MENGATASI BANJIR DI DAERAH KWALA BEKALA, MEDAN JOHOR, KOTA MEDAN (Studi kasus)

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

UTARI SUKMA

1707210070



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**



LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Utari Sukma
Npm : 1707210070
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Sistem Lubang Resapan Biopori Untuk
Mengatasi Banjir Di Daerah Kwala Bekala,
Medan Johor, Kota Medan
Bidang Ilmu : Transportasi

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, Oktober 2021

Dosen Pembimbing

Sayed Iskandar Muda, S.T., M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Utari Sukma

NPM : 1707210070

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Sistem Lubang Resapan Biopori Untuk Mengatasi Banjir Di Daerah Kwala Bekala, Medan Johor, Kota Medan

Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2021

Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Pembimbing



Sayed Iskandar Muda, S.T., M.T

Dosen Pembanding I

Dosen Pembanding II

Wiwin Nurzanah, S.T., M.T

Rizki Efrida, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil

Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Utari Sukma
Tempat /Tanggal Lahir : Padang, 09 Juli 1999
NPM : 1707210070
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul :

“Analisis Sistem Lubang Resapan Biopori Untuk Mengatasi Banjir Di Daerah Kwala Bekala, Medan Johor, Kota Medan“.

bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan nonmaterial, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober2021

Saya yang menyatakan

Materai

Rp.10.000,-

Utari Sukma

ABSTRAK

ANALISIS SISTEM LUBANG RESAPAN BIOPORI UNTUK MENGATASI BANJIR DI DAERAH KWALA BEKALA, MEDAN JOHOR, KOTA MEDAN (Studi kasus)

Utari Sukma

1707210070

Sayed Iskandar Muda,S.T., M.T

Banjir merupakan masalah yang hampir setiap tahun melanda wilayah perkotaan maupun pedesaan. Banjir disebabkan karena tidak lancarnya saluran pembuangan air (di selokan atau badan air) yang menyebabkan terjadinya luapan air, kurangnya kesadaran masyarakat untuk tidak membuang sampah ke aliran air, dan berkurangnya lahan terbuka yang berguna untuk resapan air. Oleh sebab itu dilakukan penelitian guna mengetahui perbandingan penyerapan air dengan penggunaan bantuan lubang resapan biopori dan tanpa menggunakan lubang resapan biopori Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya debit banjir di jalan luku 1 Kwala Bekala, Medan Johor dan Mengetahui besar laju infiltrasi tanah bisa atau tidaknya ditangani dengan biopori . Dengan adanya banjir yang melanda dibeberapa daerah yang muka air nya tinggi dalam penelitian ini, akan mendeskripsikan solusi untuk meminimalisir terjadinya banjir dengan cara penerapan lubang resapan biopori disekitar daerah yang rawan banjir. Ini salah satu solusi yang cukup ampuh dan simple dalam penanganan banjir, dalam penerapan lubang resapan biopori masyarakat biasanya akan lebih terbantu dalam segi penaganan sampah rumah tangga. Dari perhitungan jumlah resapan lubang resapan biopori untuk kawasan Kwala Bekala Medan Johor tepatnya dijalan luku 1. Didapat 75 buah lubang biopori yang mendekati nilai Q_{banjir} sebesar 0,06. Dan Dari hasil uji tanah di laboratorium untuk jenis tanah pada lokasi jaln luku 1 kwala bekala medan johor, memiliki tekstur tanah sandy loam(lempung berpasir) di kedalaman 30 cm dan sandy clay (tanah liat berpasir) dikedalaman 60 cm.

Kata Kunci : Banjir,Lubang Resapan Biopori,Jenis Tanah.

ABSTRACT

ANALYSIS OF BIOPORY HOLE SYSTEM TO COMPLETE FLOOD IN KWALA BEKALA AREA, MEDAN JOHOR, MEDAN CITY (RESEARCH STUDY)

Utari Sukma

1707210070

Sayed Iskandar Muda,S.T., M.T

Flooding is a problem that almost every year hits urban and rural areas. Flooding is caused by the insanity of sewers (in sewers or bodies of water) that cause water overflow, lack of public awareness not to throw garbage into the water flow, and reduced open land that is useful for watercatchment. Therefore, research is carried out to find out the comparison of water absorption with the use of biopori catchment holes and without using biopori catchment holes, the purpose of this study is to find out the amount of flood discharge on the 1 Kwala Bekala, Medan Johor and Knowing the extent of soil infiltration rates can or may not be handled with biopori. With the flood that hit in some areas where the water level is high in this study, it will describe a solution to minimize the occurrence of flooding by applying biopori catchment holes around flood-prone areas. This is one of the solutions that are quite powerful and simple in flood handlers, in the application of community biopori catchment holes will usually be more helped in terms of household waste management. From the calculation of the number of biopori catchment holes for the Kwala Bekala Medan Johor area precisely on the road of luku 1. There are 75 biopori holes that are close to the Qbanjir value of 0.06. And from the results of soil tests in the laboratory for soil types at the location of jaln luku 1 kwala bekala medan johor, has a soil texture sandy loam (sandy clay) at a depth of 30 cm and sandy clay (sandy clay) in a depth of 60 cm.

Keywords: Flood, Biopori Catchment Hole, Soil Type.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Sistem Lubang Resapan Biopori Untuk Mengatasi Banjir Di Daerah Kwala Bekala, Medan Johor, Kota Medan” ini dengan baik. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW yang telah mengantarkan umat manusia dari zaman kegelapan ke zaman yang terang benderang seperti saat ini. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat-syarat guna mencapai gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada:

1. Pak Sayed Iskandar Muda, S.T., M.T Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing, memberikan saran dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Wiwin Nurzanah, S.T., M.T Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T, Dosen Pembimbing II dan Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansuri Siregar S.T, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain, Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada kedua orang tua saya Bapak Bahari dan Ibu Sri Wahyuni yang telah mendukung saya dan bersusah payah membesarkan dengan kasih sayang yang tiada habisnya.
9. Tersayang adik-adik kandung saya Wulandary, dan Azam Nanda Syahputra yang selalu memberi saya dukungan, doa dan bantuan ketika saya sedang merasa kesulitan.
10. Terima kasih kepada terkasih yang telah menemani saya dari awal hingga saat ini, memberikan doa, semangat, saran dan solusi selama penulisan Tugas Akhir ini.
11. Kepada sahabat-sahabat seperjuangan penulis yang tak henti-hentinya memberi motivasi, dukungan dan doa sampai saat ini hingga Tugas Akhir ini dapat selesai dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas ini. Semoga Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil.

Medan, Oktober 2021

Utari Sukma

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | iii |
| ABSTRAK | iv |
| <i>ABSTRACT</i> | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR NOTASI | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah | 3 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 3 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Biopori Dan Pemanfaatannya | 5 |
| 2.2 Lubang Resapan Biopori | 6 |
| 2.3 Infiltrasi | 8 |
| 2.3.1 Pengertian Infiltrasi | 8 |
| 2.3.2 Proses Infiltrasi | 9 |
| 2.3.3 Faktor Yang Mempengaruhi Infiltrasi | 9 |
| 2.3.4 Pengaruh Tekstur Tanah Terhadap Infiltrasi | 11 |
| 2.3.5 Perhitungan Infiltrasi Dan Laju Infiltrasi | 11 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.6 Pengukuran Infiltrasi Dilapangan | 12 |
| 2.4 Hujan | 13 |
| 2.4.1 Proses Terjadi Hujan | 13 |
| 2.5 Analisa Frekuensi Hujan | 15 |
| 2.5.1 Pengujian Hasil Perhitungan Analisa Frekuensi | 20 |
| 2.6 Debit Banjir | 22 |
| 2.6.1 Metode Rasional | 22 |
| 2.6.2 Metode Melchior | 23 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN | 25 |
| 3.1 Bagan Alir penelitian | 25 |
| 3.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian | 26 |
| 3.3 Kondisi Umum Lokasi Penelitian | 26 |
| 3.4 Titik Biopori | 27 |
| 3.5 Metode Penelitian | 28 |
| 3.6 Pengumpulan Data | 28 |
| 3.6.1 Data Sekunder | 28 |
| 3.6.2 Data Primer | 29 |
| 3.7 Analisis Data | 30 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 33 |
| 4.1 Pengolahan Data | 33 |
| 4.2 Analisa Curah Hujan Rencana | 33 |
| 4.2.1 Distribusi Frekuensi | 34 |
| 4.3 Intensitas Curah Hujan | 43 |
| 4.4 Debit Metode Rasional | 44 |
| 4.5 Penampang Persegi Empat | 46 |
| 4.6 Analisis Lubang Resapan Biopor | 47 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | 55 |
| 5.1 Kesimpulan | 55 |
| 5.2 Saran | 55 |

| | |
|----------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA | 58 |
| LAMPIRAN | 61 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1 | Cara menentukan metode analisa frekuensi | 16 |
| Tabel 3.1 | Jenis tekstur tanah di jalan luku1 pintu air iv, Kecamatan medan johor | 29 |
| Tabel 3.2 | Data curah hujan harian maksimum kecamatan medan Johor, BMKG (2019) | 29 |
| Tabel 3.3 | Klasifikasi Laju Infiltrasi (Uhland and O’Neal, 1951 Dalam Januardin, 2008) | 31 |
| Tabel 4.1 | Data curah hujan harian maksimum kecamatan medan johor, BMKG (2019) | 33 |
| Tabel 4.2 | Urutan data terbesar ke terkecil | 34 |
| Tabel 4.3 | Pemilihan distribusi yang memenuhi syarat | 35 |
| Tabel 4.4 | Perhitungan distribusi normal kala ulang 2-100 tahun | 35 |
| Tabel 4.5 | Perhitungan distribusi gumbel kala ulang 2-100 tahun | 36 |
| Tabel 4.6 | Curah hujan kala ulang logaritmik | 36 |
| Tabel 4.7 | Perhitungan curah hujan kala ulang dengan logaritmik 2-100 tahun | 37 |
| Tabel 4.8 | Perhitungan curah hujan kala ulang dengan logaritmik 2-100 tahun | 37 |
| Tabel 4.9 | Rainfall dan probabilitas Metode Chi Kuadrat | 37 |
| Tabel 4.10 | Perhitungan Uji kesesuaian metode Chi-Kuadrat | 38 |
| Tabel 4.11 | Harga-harga X-kritik | 39 |
| Tabel 4.12 | Hasil Evaluasi Data dengan Uji Chi Kuadrat | 40 |
| Tabel 4.13 | Nilai rainfall dan probabilitas I | 40 |
| Tabel 4.14 | Hasil pembacaan Probabilitas II secara grafis | 41 |
| Tabel 4.15 | Parameter Uji Kolomogorof | 42 |
| Tabel 4.16 | Perhitungan intensitas hujan dengan metode manonobe | 43 |
| Tabel 4.17 | Perhitungan intensitas hujan per 5 menit | 44 |
| Tabel 4.18 | Cara mencari C | 45 |
| Tabel 4.19 | Perhitungan debit metode rasional | 45 |

| | | |
|------------|--|----|
| Tabel 4.20 | penentuan koefisien limpasan rata-rata untuk daerah Perkotaan | 46 |
| Tabel 4.21 | pengukuran laju infiltrasi rata-rata di jalan luku 1 kwala bekala, medan johor. | 52 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|---|----|
| Gambar 1.1 | Banjir Di Medan Johor | 2 |
| Gambar 2.1 | Lubang Biopori | 5 |
| Gambar 2.2 | Penampang lubang resapan biopori | 7 |
| Gambar 2.3 | Proses infiltrasi | 9 |
| Gambar 3.1 | Bagan alur penelitian | 26 |
| Gambar 3.2 | Peta lokasi penelitian : Kwala Bekala, Kecamatan Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara | 27 |
| Gambar 3.3 | Lokasi 1 (jalan luku 1pintu air iv) | 28 |
| Gambar 3.4 | Titik letak biopori | 28 |
| Gambar 3.5 | Percobaan infiltrasi tanah. | 31 |
| Gambar 4.1 | Plot nilai rainfall | 42 |
| Gambar 4.2 | Intesitas hujan metode manonobe | 44 |
| Gambar 4.3 | Intensitas Hujan Per 5 Menit | 45 |
| Gambar 4.4 | Dimensi biopori pada umumnya | 48 |
| Gambar 4.5 | Laju infiltrasi | 53 |
| Gambar.4.6 | Titik biopori setelah perbaharuan drainase | 54 |
| Gambar 4.7 | Desain titik biopori di Jalan Luku 1 Kwala Bekala, Medan Johor | 55 |

DAFTAR NOTASI

| | |
|-----------------------------------|--|
| A | = Luas DAS (km ²) |
| C | = Koefisien kemencengan, digunakan untuk mencari besarnya harga K_{TR} |
| C _v | = Koefisien variansi |
| C _s | = Koefisien kemiringan |
| C _k | = Koefisien ketajaman |
| I | = Intensitas maksimum selama waktu konsentrasi (mm/jam) |
| K_{TR} | = Faktor frekuensi berdasarkan perioda ulang TR |
| Li | = Jarak antara stasiun |
| L | = Panjang sungai (km) |
| N | = Jumlah data |
| P _x | = Hujan yang hilang di stasiun x |
| P _i | = Data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama |
| qn | = Hujan maksimum |
| R _t | = Hujan rencana periode ulang |
| S _d | = Standar deviasi |
| TR | = Periode ulang |
| T | = Waktu konsentrasi (jam) |
| V | = Kecepatan air rata-rata (m/d) |
| X _{TR} | = Curah hujan dengan perioda ulang TR (mm) |
| X | = Nilai hujan rata-rata |
| X _i | = Data hujan ke-i |
| Y _n dan S _n | = Konstanta berdasarkan jumlah data yang dianalisis. |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|------------|---|----|
| Lampiran 1 | Mengukur Drainase Di Jalan Luku 1 | 58 |
| Lampiran 2 | Lokasi Penelitian | 58 |
| Lampiran 3 | Pengambilan Gambar Drainase Di Jln Luku 1 | 58 |
| Lampiran 4 | Melakukan Pengujian Infiltrasi Tanah | 59 |
| Lampiran 5 | Pengujian Laju Resapan Air Kedalam Tanah | 59 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan masalah yang hampir setiap tahun melanda wilayah perkotaan maupun pedesaan. Banjir disebabkan karena tidak lancarnya saluran pembuangan air (di selokan atau badan air) yang menyebabkan terjadinya luapan air, kurangnya kesadaran masyarakat untuk tidak membuang sampah ke aliran air, dan berkurangnya lahan terbuka yang berguna untuk resapan air. Penyebab banjir di wilayah perkotaan lebih banyak disebabkan oleh tidak lancarnya aliran air (di selokan) akibat sampah yang dibuang ke aliran air dan berkurangnya daerah resapan air di pekarangan rumah. Tujuan dari penelitian ini untuk meningkatkan daya resapan air terhadap tanah sehingga mengurangi limpasn genangan air yang timbul selama dan setelah hujan berlangsung. Banjir yang terjadi bukan hanya berdampak pada wilayah dimana terjadinya banjir tersebut, tetapi juga pada wilayah-wilayah sekitar banjir. Dampak yang ditimbulkan sangat beragam, mencakup beberapa aspek kegiatan manusia seperti kesehatan, social, pendidikan hingga perekonomian. Penyebab banjir antara lain saluran-saluran pembuangan air serta sungai yang tidak lancar alirannya sehingga mengakibatkan luapan air sungai.

Gambar dibawah ini salah satu contoh peristiwa banjir di daerah medan johor. Dari informasi yang diperoleh RPI medan dari warga kecamatan medan johor, tepatnya di kwala bekala jalan luku 1, akibat luapan air dari sungai Babura dan kurangnya perhatian warga tentang menjaga lingkungan sekitar seperti membuang sampah pada selokan yang membuat limpasan air tidak berjalan dengan baik, maka di daerah medan johor ini sangat rentan terjadi banjir. Selain kapasitas drainase yang kurang memadai kendala lainnya seperti padatnya bangunan disekitar yang membuat air mengalir kurang baik. Dan jika hujan deras berlangsung sekitar 2-3 jam maka di daerah kwala bekala medan johor, tepatnya di jalan luku 1 akan terjadi banjir yang mencapai tinggi sekitar 30 cm - 1 meter.



Gambar 1.1 : Banjir Di Medan Johor

(https://storage.trubus.id/storage/posts/t20180916/big_30a41d28a5cb460061920d1eaab62ae9b9bc1fc7.jpg)

Berkurangnya jumlah air dapat disebabkan oleh daya resap lahan terhadap air. Kawasan yang tidak dapat menyerap air dengan baik akan mengalirkan limpasan air di permukaan tanah langsung menuju sungai dan laut tanpa didahului proses penyerapan air ke dalam tanah. Hal ini berdampak pada berkurangnya volume air tanah sehingga pengambilan air tanah tidak dapat maksimal. Selain faktor alam, penyerapan air juga dipengaruhi faktor manusia. Banyak daerah vegetasi dijadikan area terbangun yang menyebabkan daya resap air berkurang. Daerah aliran sungai sebagai penyangga air tanah juga tidak dapat berfungsi dengan baik apabila kawasan resapan airnya rusak (Gunawan et al., 2016).

Dengan adanya banjir yang melanda di beberapa daerah yang muka airnya tinggi dalam penelitian ini, akan mendeskripsikan solusi untuk meminimalisir terjadinya banjir dengan cara penerapan lubang resapan biopori disekitar daerah yang rawan banjir. Ini salah satu solusi yang cukup ampuh dan simple dalam penanganan banjir, dalam penerapan lubang resapan biopori masyarakat biasanya akan lebih terbantu dalam segi penanganan sampah rumah tangga. Berkurangnya sampah rumah tangga, maka berkurang juga salah satu penyebab banjir di daerah tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pengamatan dilapangan, sistem drainase pada kawasan ini mempunyai beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Mengetahui berapa besarnya debit banjir di jalan laku 1 Kwala Bekala, Medan Johor?
2. Mengetahui besar lajur infiltrasi tanah bisa atau tidaknya ditangani dengan boipori?

1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang tersebut ruang lingkup pembahasan Tugas akhir ini dibatasi pada :

1. Pada Penelitian Ini kita akan Mengetahui besar debit banjir Di Jalan Luku 1 Kwala Bekala, Medan Johor.
2. Penelitian ini hanya mengajukan biopori sebagai bahan penanganan banjir Di Jalan Luku 1 Kwala Bekala, Medan Johor.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian Tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui besar debit banjir.
2. Untuk mengetahui seberapa besar lubang biopori dapat menangani banjir di Jalan Luku 1 Kwala Bekala, Medan Johor.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan tujuan penelitian, maka penelitian ini akan bermanfaat untuk:

1. Agar menjadi bahan alternatif dalam penanganan banjir dengan penerapan sistem biopori.
2. Menjadikan sebagai bahan syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik sipil.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk penulisan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Sistem Lubang Resapan Biopori Terhadap Aliran Drainase Untuk Mengatasi Banjir Di Kwala Bekala Kecamatan Medan Johor.” ini tersusun dari 5 bab, dan tiap-tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini diuraikan mengenai tinjauan secara umum, latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini diuraikan tentang teori yang berhubungan dengan penelitian agar dapat memberikan gambar model dan metode analisis yang akan digunakan dalam menganalisa masalah.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang metode yang akan digunakan dan rencana kerja dari penelitian ini dan mendeskripsikan lokasi penelitian yang akan dianalisa Berikut Bagan alir metode penulisan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang penyusunan dan pengolahan data yang berhubungan dengan kondisi wilayah Kwala Bekala, Medan Johor.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menyajikan penjelasan mengenai kesimpulan yang dapat di ambil dari keseluruhan penulisan tugas akhir ini dan saran yang dapat diterima penulis agar lebih baik lagi kedepannya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biopori Dan Pemanfaatannya

Biopori (biopore) adalah ruangan atau pori dalam tanah yang dibentuk oleh makhluk hidup, seperti fauna tanah dan akar tanaman. Bentuk biopori menyerupai liang (terowongan kecil) dan bercabang-cabang yang sangat efektif untuk menyalurkan air ke dalam tanah. Lubang pada biopori terbentuk oleh adanya pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman di dalam tanah serta meningkatnya aktifitas fauna tanah, seperti cacing tanah, rayap dan semut yang menggali liang di dalam tanah. Lubang-lubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah (Daud R, 2013: 10).



Gambar 2.1: Lubang Biopori
(<https://www.genagraris.id/post/atasi-banjir-dengan-teknologi-biopori-mudah-murah-dan-mengurangi-sampah>)

Biopori merupakan metode resapan air yang digunakan untuk mengatasi banjir dengan cara memberikan waktu tambahan untuk air bisa meresap ke dalam tanah. Peresapan air ke dalam tanah dapat diperlancar dengan adanya biopori yang dapat diciptakan fauna tanah dan akar tanaman. Dinding lubang silindris menyediakan tambahan permukaan resapan air seluas dinding saluran atau lubang yang dapat menampung sementara aliran permukaan dan memberi air kesempatan

meresap ke dalam tanah yang nantinya dapat dipergunakan pada musim kemarau (Brata, 2008: 424).

Peresapan air ke dalam tanah sangat mempengaruhi ketersediaan air tanah, hal tersebut dapat diperlancar dengan membuat lubang resapan yang merupakan metode alternatif yang unggul dalam menjaga lingkungan hidup. Lubang-lubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah (Plasa Teen, 2009: 3).

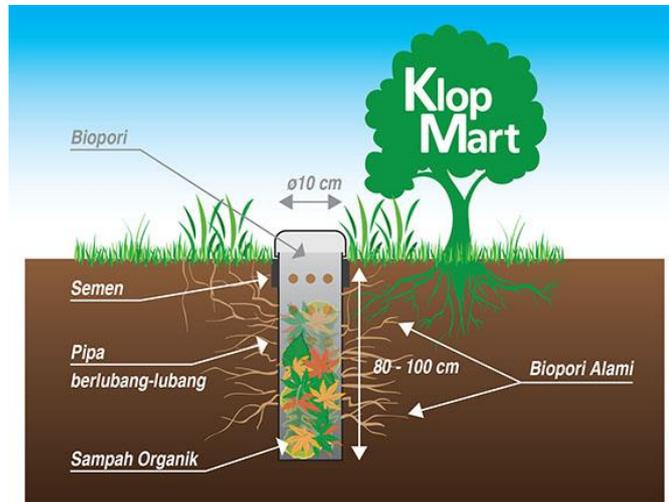
Pengertian dari istilah “biopori” dalam berbagai pendapat, yaitu:

1. Biopori menurut Griya (2008) lubang-lubang kecil pada tanah yang terbentuk akibat aktivitas organisme dalam tanah seperti cacing atau pergerakan akar-akar dalam tanah. Lubang tersebut akan berisi udara dan menjadi jalur mengalirnya air. Jadi air hujan tidak langsung masuk ke saluran pembuangan air, tetapi meresap ke dalam tanah melalui lubang tersebut.
2. Kamir R dkk, dari Institut Pertanian Bogor (2008) menjelaskan biopori adalah lubang sedalam 80-100 cm dengan diameter 10-30 cm, dimaksudkan sebagai lubang resapan untuk menampung air hujan dan meresapkannya kembali ke tanah. Biopori memperbesar daya tampung tanah terhadap air hujan, mengurangi genangan air, yang selanjutnya mengurangi limpahan air hujan turun ke sungai. Dengan demikian, mengurangi juga aliran dan volume air sungai ke tempat yang lebih rendah, seperti Jakarta yang daya tampung airnya sudah sangat minim karena tanahnya dipenuhi bangunan.
3. Tim Biopori IPB (2007) menguraikan bahwa biopori adalah lubang-lubang di dalam tanah yang terbentuk akibat berbagai aktifitas organisme di dalamnya, seperti cacing, perakaran tanaman, rayap, dan fauna tanah lainnya. Lubang-lubang yang terbentuk akan terisi udara dan akan menjadi tempat berlalunya air di dalam tanah.

2.2. Lubang Resapan Biopori

Lubang resapan biopori merupakan lubang silindris yang dibuat secara vertikal ke dalam tanah dengan diameter 10 - 30 cm dan kedalaman sekitar 100 cm, atau dalam kasus tanah dengan permukaan air tanah dangkal, tidak sampai melebihi kedalaman muka air tanah lubang diisi dengan sampah organik untuk

memicu terbentuknya biopori yang dibuat oleh aktivitas fauna tanah atau akar tanaman, menunjukkan penampang dari lubang resapan biopori (Prana Y. 2009:5).



Gambar 2.2 : Penampang lubang resapan biopori
(<https://pediailmu.com/wp-content/uploads/2020/01/bipori-pengertian-dan-cara-membuatnya-di-lingkungan-kita.jpg>)

Penerapan lubang biopori merupakan teknologi ramah lingkungan dan murah. Modal utama adalah kemauan dan kesadaran manusia itu sendiri dalam upaya penyelamatan lingkungan hidup dari ketersediaan air dan pencemaran lingkungan akibat sampah. Semua orang dapat memanfaatkan teknologi ini dengan memanfaatkan air hujan, karena curah hujan ada dimana-mana. Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Sehingga perlu ditanamkan kesadaran pentingnya ketersediaan air tanah yang merupakan sumber penghidupan makhluk hidup, termasuk manusia, tanaman dan binatang.

Menurut Nelistya A (2008: 3-5), Pembuatan lubang resapan biopori mempunyai beberapa tujuan dan kegunaan. Diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Mencegah Banjir

Banjir sendiri telah menjadi bencana yang merugikan bagi masyarakat di banyak wilayah di Indonesia. Keberadaan lubang biopori dapat menjadi jawaban dari masalah tersebut. Bayangkan bila setiap rumah, kantor atau tiap

bangunan di kota medan memiliki biopori berarti jumlah air yang segera masuk ke tanah tentu banyak pula dan dapat mencegah terjadinya banjir.

2. Meningkatkan cadangan air tanah

Dengan membuat lubang biopori yang cukup banyak, terutama pada wilayah dengan kemiringan sedikit curam sampai dengan sangat curam atau pada tanah yang sudah mengalami pemadatan (compaction), maka volume air yang masuk ke dalam tanah pun semakin meningkat jumlahnya. Atau dengan kata lain terbuangnya air ke sungai atau laut dengan percuma telah kita cegah.

3. Tempat pembuangan sampah organik

Banyaknya sampah yang bertumpuk juga telah menjadi masalah tersendiri di wilayah perkotaan atau pun pedesaan. Selain itu, dapat pula membantu mengurangi masalah ini dengan memisahkan sampah rumah tangga menjadi sampah organik dan non organik. Tentu saja yang dimasukkan ke dalam lubang biopori adalah hanya sampah organik.

4. Menyuburkan tanaman

Sampah organik yang dibuang dilubang biopori menjadi sumber makanan untuk organisme yang ada dalam tanah. Sebaliknya organisme-organisme tersebut dapat mengubah sampah menjadi kompos yang merupakan pupuk bagi tumbuhan di sekitarnya.

5. Meningkatkan kualitas air tanah

Organisme dalam tanah mampu membuat sampah dan mineral-mineral yang kemudian dapat larut dalam air. Hasilnya air tanah menjadi berkualitas karena mengandung mineral.

2.3. Infiltrasi

2.3.1 Pengertian Infiltrasi

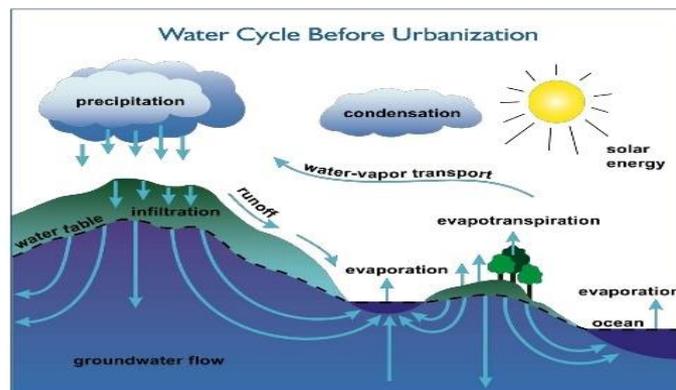
Menurut ilmu hidrologi, infiltrasi merupakan aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Didalam infiltrasi dikenal dua istilah yaitu kapasitas infiltrasi dan laju infiltrasi, yang dinyatakan dalam mm/jam. Kapasitas infiltrasi adalah laju infiltrasi maksimum yang ditentukan oleh jenis tanah dimana terjadinya infiltrasi, sedangkan laju infiltrasi adalah kecepatan infiltrasi yang

nilainya tergantung pada kondisi tanah dan kapasitas hujan. Suatu tanah dalam kondisi kering memiliki daya serap yang tinggi sehingga laju infiltrasi semakin besar, dan akan berkurang perlahan-lahan apabila tanah tersebut jenuh terhadap air. Infiltrasi adalah peristiwa masuknya air ke dalam tanah, yang umumnya (tetapi tidak mesti) melalui permukaan dan secara vertical (Arsyad, 2010). Jika cukup air, maka air infiltrasi akan bergerak terus kebawah yaitu kedalam profil tanah. Gerakan air kebawah di dalam profil tanah disebut perkolasi.

2.3.2 Proses Infiltrasi

Proses infiltrasi merupakan bagian yang penting dalam siklus hidrologi maupun dalam proses pengalihragaman hujan menjadi aliran di sungai (Sri Harto, 1993). Dengan adanya proses infiltrasi, maka kebutuhan vegetasi terhadap air termasuk transpirasi, menyediakan air untuk evaporasi, mengisi kembali reservoir tanah dan menyediakan aliran sungai pada saat musim kemarau akan dapat terpenuhi, selain itu manfaat dari infiltrasi adalah dapat mengurangi terjadinya erosi tanah dan mengurangi terjadinya banjir (Seyhan, 1990).

1. Proses masuknya air hujan melalui pori-pori permukaan tanah.
2. Tertampungnya air hujan tersebut di dalam tanah.
3. Proses mengalirnya air tersebut ketempat lain (bawah, samping, dan atas).



Gambar 2.3: Proses infiltrasi

(pengertian / definisi infiltrasi dan laju infiltrasi - karya tulis ilmiah)

2.3.3. Faktor Yang Mempengaruhi Infiltrasi

Dalam infiltrasi ada dua istilah: kapasitas infiltrasi dan laju infiltrasi, dinyatakan dalam mm / jam. Kapasitas infiltrasi merupakan laju infiltrasi maksimum dalam atau untuk jenis tanah tertentu. Menurut Triatmodjo, B. (2009), laju infiltrasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

a. Kelembaban Tanah

Jumlah air tanah mempengaruhi kapasitas infiltrasi. Ketika air jatuh pada tanah kering, permukaan atas dari tanah tersebut menjadi basah, sedang bagian bawahnya relatif masih kering.

b. Pemampatan oleh Hujan

Ketika hujan jatuh di atas tanah, butir tanah mengalami pemadatan oleh butiran air hujan. Pemadatan tersebut mengurangi pori-pori tanah yang berbutir halus (seperti lempung), sehingga dapat mengurangi kapasitas infiltrasi. Untuk tanah pasir, pengaruh tersebut sangat kecil.

c. Tanaman penutup

Banyaknya tanaman yang menutupi permukaan tanah, seperti rumput atau hutan, dapat menaikkan kapasitas infiltrasi tanah tersebut. Dengan adanya tanaman penutup, air hujan tidak dapat memampatkan tanah, dan juga akan terbentuk lapisan humus yang dapat menjadi sarang/tempat hidup serangga. Apabila terjadi hujan lapisan humus mengembang dan lubang-lubang (sarang) yang dibuat serangga akan menjadi sangat permeabel. Kapasitas infiltrasi bisa jauh lebih besar daripada tanah yang tanpa penutup tanaman.

d. Topografi

Kondisi topografi juga mempengaruhi infiltrasi. Pada lahan dengan kemiringan besar, aliran permukaan mempunyai kecepatan besar sehingga air kekurangan waktu infiltrasi. Akibatnya sebagian besar air hujan menjadi aliran permukaan. Sebaliknya, pada lahan yang datar air menggenang sehingga mempunyai waktu cukup banyak untuk infiltrasi.

e. Intensitas hujan

Intensitas hujan juga berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi. Jika intensitas hujan I lebih kecil dari kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual adalah sama dengan intensitas hujan. Apabila intensitas hujan lebih besar dari

kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi aktual sama dengan kapasitas infiltrasi.

2.3.4. Pengaruh Tekstur Tanah Terhadap Infiltrasi

Tanah-tanah yang bertekstur kasar seperti pasir dan pasir berkerikil mempunyai kapasitas infiltrasi yang tinggi dan jika tanah tersebut dalam, maka erosi dapat diabaikan. Tanah bertekstur halus juga mempunyai kapasitas infiltrasi yang cukup tinggi, akan tetapi jika terjadi aliran permukaan maka butir-butir halus akan mudah terangkut. Tanah-tanah yang mengandung liat dalam jumlah yang tinggi dapat tersuspensi oleh butir-butir hujan yang jatuh menyimpannya dan pori-pori lapisan permukaan akan tersumbat oleh butir-butir liat. Hal ini menyebabkan terjadinya aliran permukaan dan erosi yang hebat (Harahap, 2007).

Tanah yang bertekstur kasar mempunyai kapasitas infiltrasi yang tinggi; sedangkan tanah yang bertekstur tanah halus mempunyai kapasitas infiltrasi kecil, sehingga dengan curah hujan yang cukup rendah pun akan menimbulkan limpasan permukaan (Utomo, 1989).

2.3.5. Perhitungan Infiltrasi Dan Laju Infiltrasi

Kurva kapasitas infiltrasi merupakan kurva hubungan antara kapasitas infiltrasi dan waktu yang terjadi selama dan beberapa saat setelah hujan. Kapasitas infiltrasi secara umum akan tinggi pada awal terjadinya hujan, tetapi semakin lama kapasitasnya akan menurun hingga mencapai konstan. Perhitungan model persamaan kurva kapasitas infiltrasi (infiltration capacity curve) yang dikemukakan oleh Horton (Triatmodjo, B., 2009) adalah sebagai berikut.

$$f = f_c + (f_0 - f_c)(e^{-kt}) \quad (2.1)$$

Keterangan :

f = kapasitas infiltrasi [cm/jam],

f_0 = laju infiltrasi awal [cm/jam],

f_c = laju infiltrasi konstan [cm/jam],

K = konstanta,

$t = \text{waktu [jam]},$

$e = 2,71828\ 18284\ 59045\ 23536$

2.3.6. Pengukuran Infiltrasi Dilapangan

Alat pengukuran infiltrasi yang sering digunakan dilapangan sebagai berikut :

1. Ring infiltrometer

Single-ring infiltrometer umumnya berukuran diameter 10-50 cm dan panjang atau tinggi 10-20 cm. Ukuran doublering infiltrometer adalah ring pengukur/ring bagian dalam umumnya berdiameter 10-20 cm, sedangkan ring bagian luar (ring penyangga/buffer ring) berdiameter 50 cm. Panjang ring pengukur maupun ring penyangga sama dengan panjang single-ring infiltrometer yaitu 10-20 cm. Untuk tujuan tertentu sering digunakan ukuran ring yang lebih besar atau lebih kecil. Namun demikian, penggunaan ring yang terlalu kecil menghasilkan kesalahan pengukuran yang besar (Tricker, 1978), sedangkan penggunaan ukuran ring yang terlalu besar juga menjadi tidak efisien karena membutuhkan air dalam jumlah banyak, sulit untuk dipasang, relatif lebih mahal, serta membutuhkan waktu lama untuk mencapai kesetimbangan. Ring umumnya terbuat dari logam dengan ketebalan 1-5 mm, bagian bawah dibuat tajam, untuk meminimumkan gangguan terhadap tanah.

2. Double Ring Infiltrometer

Double ring infiltrometer pada dasarnya sama dengan 'single ring infiltrometer' yang disebutkan sebelumnya kecuali adanya tambahan satu silinder lain dengan diameter kurang lebih dua kali silinder yang disebutkan sebelumnya.

3. Rainfall Simulator

Rainfall simulator pada dasarnya terdiri dari seperangkat alat pembuat hujan buatan, yang terdiri dari pompa dan deretan pipa-pipa dengan 'nozzel' yang dapat menyembutkan air. Jumlah air yang disemprotkan dapat diatur sesuai dengan intensitas hujan buatan yang dikehendaki. Ukuran pipa tersebut, sesuai dengan bidang tanah yang akan digunakan sebagai bidang percobaan, dapat mulai dari 1x1 m² . Selain itu, dilengkapi dengan alat pengukur debit dan alat pengukur waktu (stop watch).

2.4. Hujan

Hujan adalah sebuah peristiwa Presipitasi (jatuhnya cairan dari atmosfer yang berwujud cair maupun beku ke permukaan bumi) berwujud cairan. Hujan memerlukan keberadaan lapisan atmosfer tebal agar dapat menemukan suhu di atas titik leleh es di atas permukaan Bumi. Di Bumi, hujan adalah proses kondensasi (perubahan wujud benda ke wujud yang lebih padat) uap air di atmosfer menjadi butiran air yang cukup berat untuk jatuh dan biasanya tiba di daratan. Dua proses yang mungkin terjadi bersamaan dapat mendorong udara semakin jenuh menjelang hujan, yaitu pendinginan udara atau penambahan uap air ke udara. Butir hujan memiliki ukuran yang beragam mulai dari butiran besar hingga butiran kecilnya.

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan milimeter atau inchi namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan milimeter (mm). Curah hujan dalam 1 (satu) milimeter memiliki arti dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter (Triatmodjo, 2008).

2.4.1. Proses Terjadi Hujan

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi yang bisa berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es. Di daerah tropis hujan memberikan sumbangan terbesar sehingga seringkali hujanlah yang dianggap presipitasi (Triatmodjo, 2008). Sedangkan menurut Sosrodarsono (1985), presipitasi adalah sebutan umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi, biasanya jumlah selalu dinyatakan dengan dalamnya presipitasi (mm). Jika uap air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (rainfall) dan jika berbentuk padat disebut salju (snow). Pengukuran dapat dilakukan secara langsung dengan menampung air hujan yang jatuh, namun tidak dapat dilakukan di seluruh wilayah tangkapan air, akan tetapi hanya dapat

dilakukan pada titiktitik yang ditetapkan dengan menggunakan alat pengukur hujan (Triatmodjo, 2008).

a. Metode Rata-Rata Aljabar

Metode Rata-Rata Aljabar adalah metode yang paling praktis digunakan untuk mencari data curah hujan yang hilang. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun, stasiun yang digunakan dalam hitungan biasanya masih saling berdekatan (Saputro, 2011).

$$p = \frac{p_1+p_2+p_3+\dots+p_n}{n} \quad (2.2)$$

Keterangan:

- P = Curah hujan yang hilang
- p1 , p2 .. pn = Hujan di stasiun 1,2,3,...,n
- n = Jumlah stasiun hujan

b. Metode Normal Ratio

Metode Normal Ratio adalah salah satu metode yang digunakan untuk mencari data yang hilang. Metode perhitungan yang digunakan cukup sederhana yakni dengan memperhitungkan data curah hujan di stasiun hujan yang berdekatan untuk mencari data curah hujan yang hilang di stasiun tersebut. Variabel yang diperhitungkan pada metode ini adalah curah hujan harian di stasiun lain dan jumlah curah hujan 1 tahun pada stasiun lain tersebut. Rumus Metode Normal Ratio untuk mencari data curah hujan yang hilang sebagai berikut (Wei and McGuinness, 1973).

$$\frac{p_x}{N_x} = \frac{1}{N} \left\{ \frac{p_1}{N_1} + \frac{p_2}{N_2} + \frac{p_3}{N_3} \dots + \frac{p_n}{N_n} \right\} \quad (2.3)$$

Keterangan:

- Px = Hujan yang hilang di stasiun x
- p1 , p2 .. pn = Data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama
- Nx = Hujan tahunan di stasiun x
- N1 ,N2 ...Nn = Hujan tahunan di stasiun sekitar x
- N = Jumlah stasiun hujan disekitar x

c. Metode Inversed Square Distance

Metode Inversed Square Distance adalah salah satu metode yang digunakan untuk mencari data yang hilang. Metode perhitungan yang digunakan hampir sama dengan Metode Normal Ratio yakni memperhitungkan stasiun yang berdekatan untuk mencari data curah hujan yang hilang di stasiun tersebut. Jika pada Metode Normal Ratio yang digunakan adalah jumlah curah hujan dalam 1 tahun, pada metode ini variabel yang digunakan adalah jarak stasiun terdekat dengan stasiun yang akan dicari data curah hujan yang hilang. Rumus Metode Inversed Square Distance untuk mencari data curah hujan yang hilang sebagai berikut (Harto, 1993; Fahmi, 2015; Ashruri, 2015):

$$p_x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{p_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i^2}} \quad (2.4)$$

Keterangan:

p_x = Hujan yang hilang di stasiun x

p_i = Data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama

L_i = Jarak antara stasiun

2.5. Analisa Frekuensi Hujan

Analisa frekuensi hujan merupakan salah satu upaya manusia dalam merekayasa data hujan yang ada untuk meramalkan besaran volume hujan dalam kala tertentu yang ditujukan untuk menghitung debit desain yang akan digunakan sebagai acuan dasar perencanaan bangunan-bangunan air dan yang terkait didalam permasalahan hidrolika. Analisa ini lebih cenderung kearah ilmu stastitika dan probabilitas yang mengedepankan rumus-rumusny seperti rumus rata-rata, deviasi/simpangan, ekstrapolasi dan seterusnya. Ahli-ahli yang terkenal untuk distribusi probabilitas adalah seperti Gauss, Poisson, Pearson, Weibull, Gamma, Gumbel, Galton dan lain-lain.

Hubungan probabilitas dengan peristiwa hidrologis (hujan) karena hujan yang muncul setelah diamati dan diteliti bertahun-tahun akan muncul lagi pada tahun-tahun berikutnya dengan jumlah yang relatif sama. Perubahan tren besaran curah hujan dianggap sebuah peristiwa abnormalitas yang harus diselidiki dan diadakan

penelitian yang komprehensif. Apalagi saat ini terjadi *global warming* yang menyebabkan perubahan iklim dan tentunya mengganggu neraca air di muka bumi. Dengan melihat potensi curah hujan/banjir yang pernah terjadi maka didesainlah hujan untuk *the worst case scenario* agar perancangan menjadi maksimal dengan tidak mengkesampingkan nilai ekonomis sebuah desain.

Adapun metode-metode yang dikenal dalam perhitungan kala ulang hujan atau debit banjir adalah sebagai berikut :

1. Metode Log normal
2. Metode Perason
3. Metode Log Pearson
4. Metode Gumbell

Sebelum memakai metode-metode tersebut ada baiknya di analisa pemilihannya dengan cara seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1: Cara menentukan metode analisa frekuensi

| No | Jenis Sebaran | Kriteria |
|----|------------------------|----------------------------|
| 1 | Normal | Cs = 0 Ck = 3 |
| 2 | Log Normal | Cs = 3 Cv Cs > 0 |
| 3 | Gumbel | Cs = 1,1306 Cv = 5,4002 |
| 4 | Log person Tipe III | Kecuali Kriteria 1,2,3 |

Dimana :

$$Cv = \frac{Sd}{X} \quad (2.5)$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Xi - X)^2}{(n - 1)}} \quad (2.6)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (2.7)$$

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S_d^3} \quad (2.8)$$

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_d^4} \quad (2.9)$$

Keterangan :

- Cv = Koefisien variansi,
- Cs = Koefisien kemiringan
- Ck = Koefisien ketajaman
- X = Nilai hujan rata-rata
- Xi = Data hujan ke-i
- Sd = Standar deviasi
- N = Jumlah data

Berikut ini adalah uraian tentang metoda Log Normal, Pearson, Log Person III, dan Gumbel yang digunakan untuk analisis frekuensi ini.

a) Metode Log Normal 2 Parameter

Untuk curah hujan rencana yang dihitung dengan menggunakan Persamaan Log Normal 2 Parameter yang digunakan adalah

$$\log X_{TR} = \log \bar{x} + k.S_{\log x}$$

$$C_v = \frac{S_{\log x}}{\log \bar{x}} \quad (2.10)$$

$$S_{\log x} = \sqrt{\frac{\sum (\log \bar{x} - \log x_i)^2}{(n-1)}} \quad (2.11)$$

$$\log \bar{x} = \frac{\sum \log x_i}{n} \quad (2.12)$$

keterangan:

X_{TR} = Besarnya curah hujan dengan periode ulang t

N = Jumlah data

\bar{x} = Curah hujan harian maksimum rata-rata dalam harga logaritmik

k = Faktor frekuensi dari Log Normal 2 parameter, sebagai fungsi dari koefisien variasi, Cv dan periode ulang t

Slogx = Standard deviasi dari rangkaian data dalam harga logaritmiknya

Cv = Koefisien variasi dari log normal 2 parameter

b) Metode Pearson

Analisis frekuensi dengan menggunakan metoda Log Person III menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$X_{TR} = \bar{x} + (K_{TR} * S_x) \quad (2.13)$$

Besarnya koefisien-koefisien di atas dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \quad (2.14)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.15)$$

$$C = \frac{n \sum (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)(S_x)^3} \quad (2.16)$$

keterangan:

X_{TR} = Curah hujan dengan perioda ulang TR (mm).

\bar{X} = Curah hujan rata-rata (mm).

TR = Periode ulang.

K_{TR} = Faktor frekuensi berdasarkan perioda ulang TR.

C = Koefisien kemencengan, digunakan untuk mencari besarnya harga K_{TR} .

n = Jumlah data hujan yang ditinjau.

S_x = Standar deviasi dari X.

c) Metode Log Pearson Tipe III

Analisis frekuensi dengan menggunakan metoda Log Person III menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Log } X_{TR} = \overline{\text{Log } X} + (K_{TR} * S_{Log}) \quad (2.17)$$

Besarnya koefisien-koefisien di atas dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum \text{Log } X}{n} \quad (2.18)$$

$$S_{\text{Log } X} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}} \quad (2.19)$$

$$C = \frac{n \sum (\text{Log } X - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\text{Log } X})^3} \quad (2.20)$$

Keterangan :

X_{TR} = Curah hujan dengan perioda ulang TR (mm).

\bar{X} = Curah hujan rata-rata (mm).

TR = Periode ulang.

KTR = Faktor frekuensi berdasarkan perioda ulang TR.

C = Koefisien kemencengan, digunakan untuk mencari besarnya harga KTR.

n = Jumlah data hujan yang ditinjau.

SLog X = Standar deviasi dari Log X.

d) Metode Gumbel

Menurut Gumbel, curah hujan untuk perioda ulang tertentu (Tr) dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut.

$$X_{TR} = \bar{X} + \left(\frac{Y_{TR} - Y_n}{S_n} \right) * S_x \quad (2.21)$$

Besarnya koefisien-koefisien di atas dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$Y_{TR} = -\ln \left(-\ln \left(\frac{TR-1}{TR} \right) \right) \quad (2.22)$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.23)$$

Keterangan:

XTR = Curah hujan dengan perioda ulang TR (mm).

\bar{X} = Curah hujan rata-rata (mm).

TR = Periode ulang.

Yn dan Sn = Konstanta berdasarkan jumlah data yang dianalisis.

SX = Standar deviasi dari Log X.

2.5.1 Pengujian Hasil Perhitungan Analisa Frekuensi

a. Pengujian Chi kuadrat

Pada dasarnya uji ini akan mengecek penyimpangan data rata-rata yang dianalisa terhadap pemilihan metode distribusi. Penyimpangan tersebut diukur dari perbedaan antara nilai probabilitas setiap varian X menurut hitungan teoritik dan menurut hitungan dengan pendekatan empiris. Teknik pegujiannya adalah dengan membandingkan antara X yang dihitung dengan metode analisa frekuensi terhadap nilai X. Kemudian langkah-langkah yang diambil dalam melakukan uji kecocokan adalah sbb;

1. Penentuan jumlah kelas dengan persamaan Sturges :

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

2. Penentuan range atau jumlah kelas :

$$R = \text{nilai data terbesar} - \text{nilai data terkecil}$$

3. Penentuan interval kelas

$$I = \frac{R}{k}$$

4. Pembagian Interval :

$$P1 = \text{Nilai data terkecil} + \text{Interval kelas}$$

5. Menentukan Ei (sebaran) :

$$Ei = \frac{n}{k}$$

6. Mencari derajat kebebasan:

$$Dk = k - (p + 1)$$

$P = 2$ untuk distribusi normal

7. Uji kecocokan:

X^2 hitungan $<$ X^2 tabel

cara analitis dianggap benar dan dapat diterima

b. Pengujian Smirnov Kolmogorov

Uji smirnovkolmogorov dipakai untuk membedakan dua buah sebaran data yaitu membedakan sebaran berdasarkan hasil pengamatan sebenarnya dan populasi atau sampel yang diandaikan atau diharapkan. Dengan kata lain uji ini mengetes apakah kedua sampel tersebut berasal dari populasi yang sama dan memiliki distribusi yang sama pula. Nilai-nilai parameter populasi yang dipakai untuk menghitung berdasarkan nilai-nilai statistik sampel. Chakravart, *et al* (1967) menyatakan bahwa uji ini dipergunakan untuk mengambil keputusan jika sampel yang diperoleh dari distribusi spesifik. Tujuannya untuk menguji perbedaan ditribusi kumulatif dari variabel yang kontinu, sehingga uji ini memutuskan jika dua data berbeda secara signifikan.

Adapun cara melakukan uji ini adalah sebagai berikut :

1. Tentukan nilai probabilitas teoritis. (biasanya sudah dilakukan sewaktu melakukan analisa frekuensi.
2. Nilai probabilitas di plotkan pada sumbu X dan nilai besar hujan pada sumbu Y pada kertas/grafik berskala logaritmik.
3. Tarik garis lurus yang menyatakan perwakilan/tendensi dari data-data tersebut. Ambil persamaan yang dibentuk oleh garis tersebut ($Y=aX+b$)
4. Masukkan kembali nilai probabilitas teoritis kedalam persamaan $Y =aX+b$ sebagai X untuk mendapatkan nilai probabilitas grafis Y.
5. Hitung deviasi (D) antara Probabilitas teoritis dengan probabilitas grafis.
6. Ambil nilai deviasi (D)yang paling besar. Hitung Dmax dengan rumus :
 $D_{max} = \text{Nilai D yang paling besar tadi} / 100$
7. Dapatkan parameter m, dimana m adalah urutan nilai D yang paling besar dalam grup tersebut.
8. Tentukan derajat kepercayaan (a), biasanya diambil 5%. Tapi bisa diambil seluruhnya yakni; 20%, 10%, 5% dan 1%.
9. ambil nilai D kritik, smirnov kolmogorov pada tabel 2.9

10. Bandingkan dengan nilai D_{max} , $D_{kritik} < D_{max}$, Lulus Uji Kecocokan
 $D_{kritik} > D_{max}$, Tidak Lulus Uji Kecocokan, berarti perhitungan harus diulang menggunakan metode yang lain atau mungkin terjadi kesalahan pengolahan data pada saat awal.

2.6. Debit Banjir

Debit banjir atau besarnya aliran adalah volume aliran yang melalui suatu penampang melintang persatuan waktu. ($m^3/detik$).

$$Q = V A$$

Keterangan :

Q = Debit banjir ($m^3/detik$)

V = Kecepatan ($m/detik$)

A = Luas penampang (m^2)

2.6.1. Metode Rasional

Dengan kemungkinan yang sama untuk timbul, intensitas hujan berkurang kalau intervalnya meningkat. Kalau hujan berlangsung lebih lama daripada waktu konsentrasi alirannya intensitas rata-ratanya lebih kecil dibandingkan kalau hujan yang berlangsung dalam waktu yang sama dengan waktu konsentrasinya. Waktu konsentrasi adalah selang waktu antara permulaan hujan dan pada saat seluruh areal berperan dalam menyumbangkan aliran kepada sungai. Dasar pemikiran inilah yang membentuk persamaan rasional yang dikenal menjadi metode rasional (Imam Subarkah, Hidrologi untuk perencanaan bangunan air, 1980).

$$Q_t = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (m^3/dtk) \quad (2.24)$$

Keterangan:

Q_t = Debit banjir rencana (m^3/dtk)

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

A = Luas daerah aliran (km^2)

C = Koefisien pengaliran/limpasan.

2.6.2. Metode Melchior

Syarat batas dalam perhitungan debit banjir dengan metode Melchior ini adalah sebagai berikut :

- Luas daerah pengaliran sungai > 100 km²
- Hujan dengan durasi < 24 jam

Hasil perhitungan debit maksimum dengan metode Melchior untuk sungai-sungai di pulau Jawa cukup memuaskan. Akan tetapi untuk daerah-daerah pengaliran yang luas, hasil-hasil tersebut terlalu kecil. (Subarkah, 1980)

$$Q_{\max} = a \cdot \beta \cdot q \cdot A \quad (2.25)$$

Keterangan:

Q_{\max} = Debit maksimum (m³/dt)

a = Koefisien pengaliran

β = Koefisien reduksi

A = Luas daerah pengaliran

$$A = \frac{1970^\beta}{\beta} - 3960 + 1720$$

$$T = \frac{1000 L}{33600 V}$$

$$qn = \frac{Rt}{3,6 T}$$

Keterangan :

Koefisien pengaliran (a) = 0,52

A = Luas DAS (km²)

T = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang sungai (km)

V = Kecepatan air rata-rata (m/d)

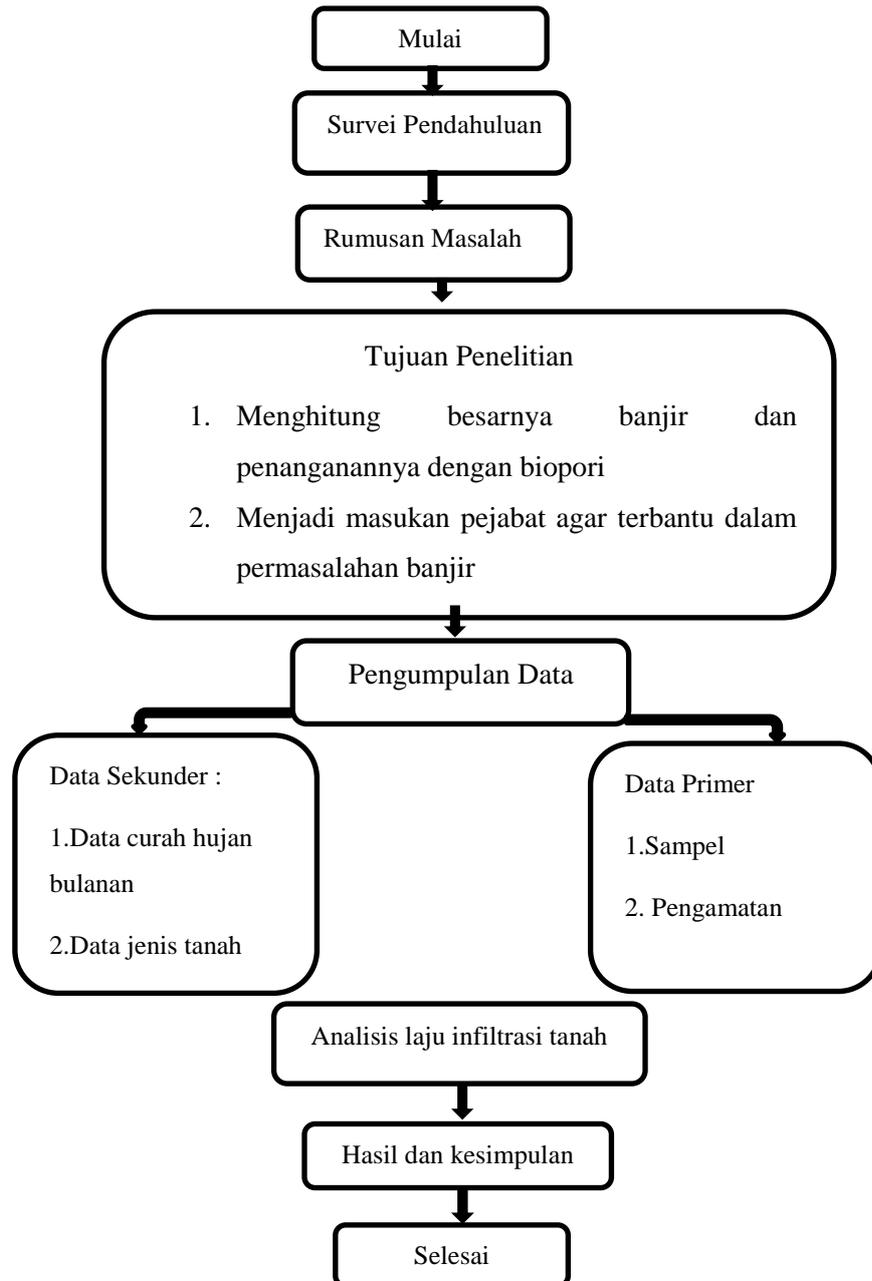
qn = Hujan maksimum

Rt = Hujan rencana periode ulang

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

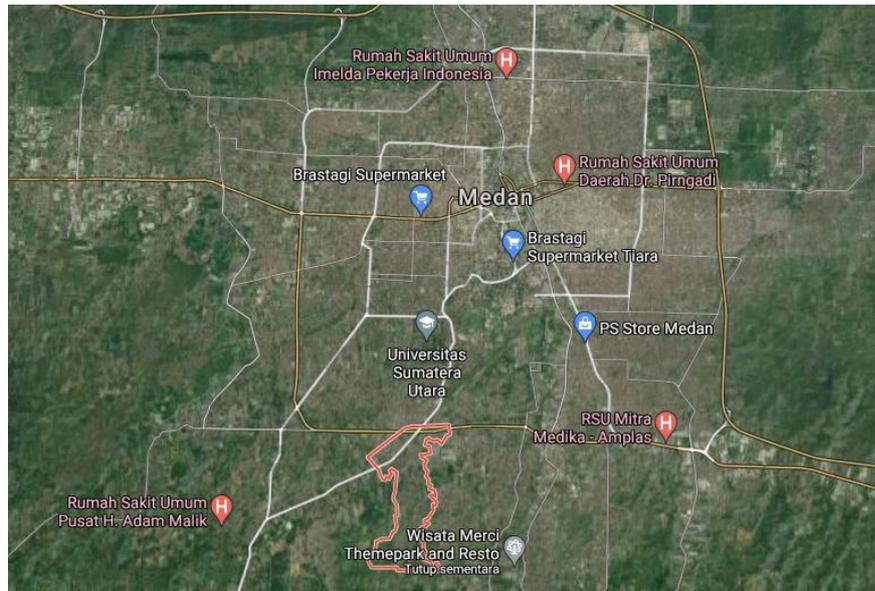
Adapun alir penelitian ini dapat dilihat seperti bagan alir dibawah ini :



Gambar 3.1 : Bagan alir penelitian

3.2. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai april 2021 sampai mei 2021 dan pengamatan dilakukan dilokasi yang rentan terjadi banjir yaitu di kelurahan kwala bekala, kecamatan medan johor, kota medan,Sumatra utara peta lokasi dapat dilihat pada gambar 3.2



Gambar 3.2: Peta lokasi penelitian : Kwala Bekala, Kecamatan Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara

3.3. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

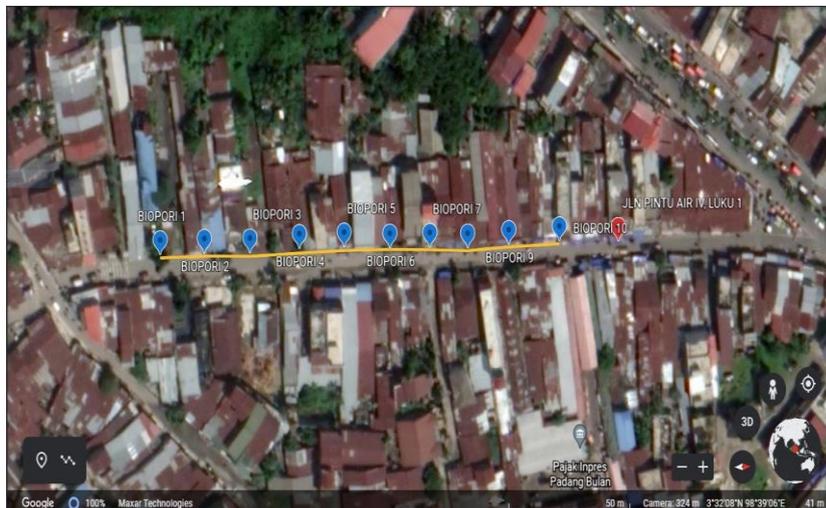
Lokasi penelitian 1 di (Jalan Luku1 Pintu Air Iv) berada di kelurahan Kwala Bekala, Kecamatan Medan Johor, Kota Medan, Sumatera Utara. Daerah ini sering terjadi banjir hingga ketinggian 30 cm, drainase dilokasi ini belum diperbaharui maka karna itu genangan air tidak mengalir dengan baik ke arah saluran drainase. Drainase di lokasi ini sangat dangkal dengan kedalaman 30 cm .



Gambar 3.3 : Lokasi 1 (Jalan Luku 1pintu Air Iv)
(Dokumentasi pribadi)

3.4. Titik Biopori

Sebagai gambaran titik biopori di daerah rawan banjir dalam melakukan observasi lapangan di Jalan Luku1 Pintu Air IV, Kecamatan Medan Johor, kurang lebih jarak antar biopori dan jumlah biopori yang bisa diterapkan terlihat jelas pada peta dibawah ini



Gambar 3.4 : Titik letak biopori
(Google earth)

3.5. Metode Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini, metodologi yang digunakan adalah metode deskriptif, yaitu penulis akan mendeskripsikan kondisi lokasi penelitian. Sumber data yang digunakan dalam penulisan ini adalah data primer dan sekunder. Adapun data primer yaitu diambil dengan metode visual yaitu dengan cara melihat dan mengamati bagaimana laju infiltrasi dengan menggunakan lubang resapan biopori. Data sekunder merupakan data curah hujan yang diambil dari BMKG (Badan Meteorology Klimatologi Dan Geofisika) untuk pengambilan sampel tanah dilakukan dengan pengujian laboratorium.

3.6. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan semua informasi penelitian yang dibutuhkan. Data-data tersebut berupa data lokasi penelitian serta data curah hujan harian maksimum berdasarkan beberapa stasiun penakar curah hujan tahun 2008 hingga 2017 yang diperoleh dari BMKG.

3.6.1. Data Sekunder

Pengambilan data sekunder yang dilakukan yaitu :

- a. Analisis tanah : tekstur, bulk density, permeabilitas, porositas.
- b. Mengambil data ketinggian muka air saat memakai biopori dan tanpa biopori dilokasi penelitian.
- c. Menghitung lama tanah menyerap air saat memakai biopori dan lama tanah menyerap air saat tidak memakai biopor

Data jenis tekstur tanah Di Jalan Luku 1 Pintu Air IV Kecamatan Medan Johor, di dapat dari sumber resmi yaitu dengan melakukan pengujian laboratorium seperti tabel dibawah ini.

Tabel 3.1: Jenis Tekstur Tanah Di Jalan Luku1 Pintu Air IV, Kecamatan Medan Johor.

| Lokasi Parameter | Kedalaman tanah | |
|------------------|------------------------|------------------------|
| | 30cm | 60cm |
| Tekstur tanah | sandy loam | Sandy clay |
| 1. Bulk Density | 1,13 g/cm ³ | 1,43 g/cm ³ |
| 2. Porositas | 57% | 46% |
| 3. Permeabilitas | 7,38 cm/jam | 2,16 cm/jam |

Data curah hujan bulanan dan harian maksimum tahun 2008 hingga 2017 yang diperoleh dari BMKG stasiun sampali Kota Medan. dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2: Data curah hujan harian maksimum Kecamatan Medan Johor, BMKG (2019).

| Tahun | Curah Hujan Maksimum (Mm) |
|--------|---------------------------|
| 2008 | 135 |
| 2009 | 226 |
| 2010 | 85 |
| 2011 | 97 |
| 2012 | 150 |
| 2013 | 98 |
| 2014 | 107 |
| 2015 | 112 |
| 2016 | 159 |
| 2017 | 201 |
| N = 10 | 1370 |

3.6.2. Data Primer

Pengamatan Infiltrasi Tanah

Tujuan melakukan pengamatan ini yaitu agar mendapat data kecepatan daya serap air terhadap tanah, pengamatan ini dilakukan di Jalan Luku 1 Pintu Air IV dimana lokasi inilah yang akan menjadi bahan penelitian, dikarenakan lokasi ini sampai saat ini tidak menemukan solusi banjir maka dari itu tahap yang akan dilakukan yaitu menguji pergerakan air dengan metode lubang resapan biopori dengan kedalaman 100 cm, berdiameter 10-30 cm.



Gambar 3.5: Percobaan infiltrasi tanah
(Dokumentasi pribadi)

a. Sampel

Untuk mengetahui sudut pandang mengenai banjir di lokasi ini saya membagikan kuisisioner kepada warga sekitar tepatnya di Jalan Luku 1 Pintu Air IV kuisisioner saya bagikan sebanyak 30 warga. Dengan adanya kuisisioner ini memudahkan saya untuk mengetahui penyebab sering terjadinya banjir di Jalan Luku 1 Pintu Air IV.

3.7. Analisis Data

Analisis dalam penelitian ini yaitu untuk melihat kecepatan air meresap dengan menggunakan lubang resapan biopori, dan yang tidak menggunakan lubang resapan biopori. Data tinggi air dan data waktu tanah untuk menyerap air kemudian dihitung laju infiltrasi menggunakan persamaan 3.1.

$$f = \frac{hc}{t} \quad (3.1)$$

f = laju infiltrasi (cm/jam)

hc = tinggi muka air (cm)

t = waktu yang dibutuhkan tanah untuk menyerap air (menit)

Tabel 3.3: Klasifikasi Laju Infiltrasi (Uhland and O'Neal, 1951 dalam Januardin, 2008)

| kriteria | Laju infiltrasi (cm/jam) |
|---------------|--------------------------|
| Sangat Cepat | > 25,4 |
| Cepat | 12,7 - 25,4 |
| Agak Cepat | 6,3 - 12,7 |
| Sedang | 2 - 6,3 |
| Agak Lambat | 0,5 – 2 |
| Lambat | 0,1 - 0,5 |
| Sangat Lambat | < 0,1 |

Kuesioner Penelitian

Banjir Di Kwala Bekala Medan Johor, Jalan Laku 1 Lingkungan VI

Sampel dibagikan untuk 30 orang.

Keterangan pilihan jawaban :

- S = Setuju
- Ts = Tidak Setuju

| NO | Pernyataan | Pilihan jawaban | | Keterangan |
|----|---|-----------------|----|------------|
| | | S | TS | |
| 1 | a. berapakah lama hujannya? b. berapakah lama banjirnya? | | | |
| 2 | Berapa tinggi banjirnya? | | | |
| 3 | Kapan banjir terjadi? | | | |
| 4 | Apa saja penyebab banjir? | | | |
| 5 | Berapa tahun sekali banjir terjadi? | | | |
| 6 | Apakah lokasi ini diperlukan perbaikan drainase? | | | |
| 7 | Apakah ketika hujan turun air meresap kedalam tanah? a.apakah air masuk ke drainase sekitar b. apakah air hanya tergenang di sekitar dan terjadi banjir? | | | |
| 8 | Apakah sungai Babura menyebabkan banjir? a.pada saat banjir tersebut apakah saat itu ada hujan? b.apakah banjir hanya disebabkan oleh aliran sungai saja? | | | |
| 9 | Apakah hujan kurang dari 1 jam dapat menyebabkan banjir ? | | | |
| 10 | Apakah dengan penerapan biopori dilokasi ini masalah banjir sedikit teratasi? | | | |

BAB 4

PEMBAHASAN DAN HASIL

4.1 Pengolahan Data

Setelah data yang dibutuhkan terkumpul, maka langkah selanjutnya data tersebut akan di olah. Pada tahap ini akan diketahui jawaban dari rumusan masalah dan akan diketahui besar debit banjir dijalan Luku1 Kwala Bekala, Medan Johor serta mengetahui besar laju infiltrasi tanah bisa atau tidaknya ditangani dengan biopori tersebut.

4.2. Analisa Curah Hujan Rencana

Analisa curah hujan reencana yaitu analisa untuk mendapatkan tinggi curah tahunan tahun ke n yang mana digunakan untuk mencari debit banjir rencana.

Table 4.1: Data curah hujan harian maksimum Kecamatan Medan Johor, BMKG (2019).

| tahun | Curah hujan maksimum(mm) |
|--------|--------------------------|
| 2008 | 135 |
| 2009 | 226 |
| 2010 | 85 |
| 2011 | 97 |
| 2012 | 150 |
| 2013 | 98 |
| 2014 | 107 |
| 2015 | 112 |
| 2016 | 159 |
| 2017 | 201 |
| N = 10 | 1370 |

4.2.1. Distribusi Frekuensi

Prosedur tersebut dapat digunakan menentukan hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi hujan secara teoritis dengan distribusi hujan secara empiris. Hujan rancangan ini digunakan untuk menentukan intensitas hujan yang diperlukan dalam memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir) seperti yang tersaji pada tabel dibawah ini.

A. Mengurutkan Data ch Dari Terbesar Ke Terkecil

Tabel 4.2 : Urutan data terbesar ke terkecil

| NO | Xi (mm) |
|----|---------|
| 1 | 226 |
| 2 | 201 |
| 3 | 159 |
| 4 | 150 |
| 5 | 135 |
| 6 | 112 |
| 7 | 107 |
| 8 | 98 |
| 9 | 97 |
| 10 | 85 |

Nilai Maksimum $X_{max} = 226$

Nilai Minimum $X_{min} = 85$

Nilai Rata-Rata $X_r = 137$

Jumlah $X_{sum} = 1370$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (4.1)$$

B. Menghitung Koefisien

Standar Deviasi $S = 47,16872787$

Koef. Varians $C_v = 2,904466713$

Koef. Skewness $C_s = 0,891203401$

Koef. Kurtosis $C_k = -0,231458795$

Rumus menghitung koefisien diatas sebagai berikut :

$$S = \left[\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{1/2} \quad (4.1)$$

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (4.2)$$

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (4.3)$$

$$C_k = \left\{ \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \bar{X}}{S} \right)^4 \right\} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} \quad (4.4)$$

C. Cek Distribusi Yang Memenuhi

Tabel 4.3: Pemilihan distribusi yang memenuhi syarat: (*Hasil Perhitungan*)

| Distribusi Normal | Distribusi Gumbel | Distribusi Log Pearson |
|------------------------------|------------------------------|------------------------|
| -0.05 < Cs < 0.05 | Cs > 1.1395 | |
| 2,7 < Ck < 3,3 | Ck > 5,4002 | |
| Cs = 0,891 | Cs = 0,891 | tidak ada batasan |
| <i>Hasil: tidak memenuhi</i> | <i>Hasil: tidak memenuhi</i> | |
| Ck = -0,231 | Ck = -0,231 | tidak ada batasan |
| <i>Hasil: tidak memenuhi</i> | <i>Hasil: tidak memenuhi</i> | |

D. Menghitung Ch Kala Ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, & 100 Tahun

a. Distribusi Normal

Tabel 4.4: Perhitungan distribusi normal kala ulang 2-100 tahun.

| X | Xr | S | p | 1/(p ²) | w | Kt | Xt |
|-----|-----|-------------|------|---------------------|-------------|--------------|-------------|
| 2 | 137 | 47,16872787 | 0,5 | 4 | 1,177410023 | -1,01007E-07 | 136,9999952 |
| 5 | 137 | 47,16872787 | 0,2 | 25 | 1,794122578 | 0,841456717 | 176,6904429 |
| 10 | 137 | 47,16872787 | 0,1 | 100 | 2,145966026 | 1,281728757 | 197,4575149 |
| 20 | 137 | 47,16872787 | 0,05 | 400 | 2,447746831 | 1,64521144 | 214,6025307 |
| 25 | 137 | 47,16872787 | 0,04 | 625 | 2,537272482 | 1,751076531 | 219,5960524 |
| 50 | 137 | 47,16872787 | 0,02 | 2500 | 2,797149623 | 2,054188589 | 233,8934625 |
| 100 | 137 | 47,16872787 | 0,01 | 10000 | 3,034854259 | 2,326785333 | 246,7515042 |

b. Distribusi gumbel

Tabel 4.5. Perhitungan distribusi gumbel kala ulang 2-100 tahun : (Hasil Perhitungan)

| X | Xr | S | Sqrt(6)/phi | Kt | Xt |
|-----|-----|-------------|-------------|--------------|--------------|
| 2 | 137 | 47,16872787 | 0,780092275 | 0,164355363 | 144,7524334 |
| 5 | 137 | 47,16872787 | 0,780092275 | -0,719822335 | 103,0468962 |
| 10 | 137 | 47,16872787 | 0,780092275 | -1,305224906 | 75,43420158 |
| 20 | 137 | 47,16872787 | 0,780092275 | -1,866757107 | 48,947442 |
| 25 | 137 | 47,16872787 | 0,780092275 | -2,044882607 | 40,54548879 |
| 50 | 137 | 47,16872787 | 0,780092275 | -2,593602943 | 14,66304859 |
| 100 | 137 | 47,16872787 | 0,780092275 | -3,138271614 | -11,02827972 |

E. Menghitung Ch Kala Ulang Dengan Logaritmik 2, 5, 10, 20, 25, 50, & 100 Tahun

$$\log X_{rt} = 2,136720567$$

$$\log X_t = \log \bar{X} + K \cdot s$$

Tabel 4.6: Curah hujan kala ulang logaritmik

| NO | Xi (mm) | Log Xi | Log Xi - Log Xrt | (Log Xi - Log Xrt) ² | (Log Xi - Log Xrt) ³ | Probabilitas |
|----|---------|-------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|
| 1 | 226 | 2,354108439 | 0,217387872 | 0,047257487 | 0,010273205 | 9,09 |
| 2 | 201 | 2,303196057 | 0,16647549 | 0,027714089 | 0,004613717 | 18,18 |
| 3 | 159 | 2,201397124 | 0,064676557 | 0,004183057 | 0,000270546 | 27,27 |
| 4 | 150 | 2,176091259 | 0,039370692 | 0,001550051 | 6,10266E-05 | 36,36 |

Tabel 4.6 : Lanjutan

| NO | Xi (mm) | Log Xi | Log Xi - Log Xrt | (Log Xi - Log Xrt) ² | (Log Xi - Log Xrt) ³ | Probabilitas |
|----|---------|--------|------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|
|----|---------|--------|------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|

| | | | | | | |
|---------------|-----|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------|
| 5 | 135 | 2,130333768 | -0,006386799 | 4,07912E-05 | -2,60525E-07 | 45,45 |
| 6 | 112 | 2,049218023 | -0,087502544 | 0,007656695 | -0,00066998 | 54,55 |
| 7 | 107 | 2,029383778 | -0,107336789 | 0,011521186 | -0,001236647 | 63,64 |
| 8 | 98 | 1,991226076 | -0,145494491 | 0,021168647 | -0,003079922 | 72,73 |
| 9 | 97 | 1,986771734 | -0,149948833 | 0,022484652 | -0,003371547 | 81,82 |
| 10 | 85 | 1,929418926 | -0,207301641 | 0,042973971 | -0,008908575 | 90,91 |
| Jumlah | | 21,15114518 | -0,216060487 | 0,186550627 | -0,002048438 | |

Rerata = 2,115114518

Maksimum = 2,354108439

Minimum = 1,929418926

Standar Deviasi(S) = 0,142158915

Skewness (Cs) = 0,475790227

Koefisien Kurtosis (Ck) = -0,94479214

a) DISTRIBUSI LOG NORMAL

Tabel 4.7: Perhitungan curah hujan kala ulang dengan logaritmik 2-100 tahun

| X | Yr | S | p | $1/(p^2)$ | w | Kt | Yt | Xt |
|-----|-----------------|-----------------|------|-----------|---------|--------------|--------|---------|
| 2 | 2,11511451 8 | 0,14215891 5 | 0,5 | 4 | 1,17741 | -1,01007E-07 | 2,1151 | 21,1511 |
| 5 | 2,11511451 8 | 0,14215891 5 | 0,2 | 25 | 1,79412 | 0,841456717 | 2,2347 | 22,3474 |
| 10 | 2,11511451 8 | 0,14215891 5 | 0,1 | 100 | 2,14597 | 1,281728757 | 2,2973 | 22,9732 |
| 20 | 2,11511451 8 | 0,14215891 5 | 0,05 | 400 | 2,44775 | 1,64521144 | 2,3490 | 23,4900 |
| 25 | 2,11511451 8 | 0,14215891 5 | 0,04 | 625 | 2,53727 | 1,751076531 | 2,3640 | 23,6405 |
| 50 | 2,11511451 8 | 0,14215891 5 | 0,02 | 2500 | 2,79715 | 2,054188589 | 2,4071 | 24,0714 |
| 100 | 2,11511451 8 | 0,14215891 5 | 0,01 | 10000 | 3,03485 | 2,326785333 | 2,4459 | 24,4589 |

b) DISTRIBUSI LOG PERSON III

Tabel 4.8: Perhitungan curah hujan kala ulang dengan logaritmik 2-100 tahun

| X | Log Xr | G | Log X | Xt |
|-----|-------------|--------------|----------|--------|
| 2 | 2,115114518 | -0,023814918 | 2,111729 | 129,34 |
| 5 | 2,115114518 | 0,837797367 | 2,234215 | 171,48 |
| 10 | 2,115114518 | 1,289004388 | 2,298358 | 198,77 |
| 20 | 2,115114518 | 1,612878074 | 2,344400 | 221,00 |
| 25 | 2,115114518 | 1,774814918 | 2,367420 | 233,03 |
| 50 | 2,115114518 | 2,091123254 | 2,412386 | 258,46 |
| 100 | 2,115114518 | 2,377832468 | 2,453145 | 283,89 |

F. Uji Kesesuaian Distribusi

1. Uji Kesesuaian Metode Chi Kuadrat

Tabel 4.9: Rainfall dan probabilitas Metode Chi Kuadrat

| n | Rainfall | Prob |
|-------|----------|-------|
| 1 | 226 | 9,09 |
| 2 | 201 | 18,18 |
| 3 | 159 | 27,27 |
| 4 | 150 | 36,36 |
| 5 | 135 | 45,45 |
| 6 | 112 | 54,55 |
| 7 | 107 | 63,64 |
| 8 | 98 | 72,73 |
| 9 | 97 | 81,82 |
| 10 | 85 | 90,91 |
| Total | 1370 | mm |

Menentukan jumlah kelas dengan persamaan Sturgenst.

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

maka, $K = 4,322 \sim$ ambil 5

Menentukan nilai jajarannya dalam kelas masing-masing

$R =$ nilai maks. - nilai min.

maka, $R = 141,00$

Menentukan interval kelas :

$$I = R/K, \text{ maka } I = 32,62379$$

Selanjutnya dihitung dalam tabel berikut ini:

Tabel 4.10: Perhitungan Uji kesesuaian metode Chi-Kuadrat (Hasil Perhitungan)

| Class | Prob | | | Ef | Of | Of-Ef | (Of-Ef) ² |
|-------|-------|-------|--------|-----------|-----------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 85,00 | < P < | 117,62 | 2,00 | 5,00 | 3,000 | 9,00 |
| 2 | 117,6 | < P < | 150,25 | 2,00 | 2,00 | 0,000 | 0,00 |
| 3 | 150,2 | < P < | 182,87 | 2,00 | 1,00 | -1,000 | 1,00 |
| 4 | 182,9 | < P < | 215,50 | 2,00 | 1,00 | -1,000 | 1,00 |
| 5 | 215,5 | < P < | 226,00 | 2,00 | 1,00 | -1,000 | 1,00 |
| | N | | | 10 | 10 | SX² | 12,00 |

CHI-X2 = 1,20

Tabel harga X²_{kritik} untuk berbagai nilai DK dan ^α

Dk = Derajat kebebasan didapat dengan persamaan $Dk = K - (P+1)$, maka $Dk = 5 - (2+1)$

Dimana :

K = Number of class (banyaknya kelas)

P = Banyaknya keterikatan atau sama dengan banyaknya parameter, yang untuk sebaran *Chi-Square* adalah sama dengan 2

^α = Nilai probabilitas kala ulang 2, 5, 10, 20, 25, 50, 100

Tabel 4.11: Harga-harga X-kritik (Sri Harto, 1993.)

| DK | Distribusi X ² _{kritik} | | | | | | | | | | | |
|----|---|-------|-------|-------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | 0.99 | 0.95 | 0.90 | 0.80 | 0.70 | 0.50 | 0.30 | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.01 | 0.001 |
| 1 | 0,0016 | .004 | .0158 | .0642 | .148 | 0,455 | 1,074 | 1,642 | 2,706 | 3,841 | 6,635 | 10,827 |
| 2 | .0201 | .103 | 0,211 | 0,446 | 0,713 | 1,386 | 2,408 | 3,219 | 4,604 | 5,991 | 9,210 | 13,815 |
| 3 | 0,115 | 0,352 | 0,584 | 1,005 | 1,424 | 2,366 | 3,665 | 4,642 | 6,251 | 7,815 | 11,345 | 16,268 |
| 4 | .297 | .711 | 1,084 | 1,649 | 2,195 | 3,357 | 4,878 | 5,989 | 7,779 | 9,488 | 13,277 | 18,465 |
| 5 | .554 | 1,145 | 1,610 | 2,343 | 3,000 | 4,351 | 6,064 | 7,289 | 9,236 | 11,070 | 15,089 | 20,517 |

Tabel 4.11 : Lanjutan

| D K | 0.99 | 0.95 | 0.90 | 0.80 | 0.70 | 0.50 | 0.30 | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.01 | 0.001 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 6 | .872 | 1.635 | 2.204 | 3.070 | 3.828 | 5.348 | 7.231 | 8.558 | 10.645 | 12.592 | 16.812 | 22.457 |
| 7 | 1.239 | 2.167 | 2.833 | 3.822 | 4.671 | 6.346 | 8.383 | 9.803 | 12.017 | 14.067 | 18.475 | 24.322 |
| 8 | 1.646 | 2.733 | 3.290 | 4.594 | 5.527 | 7.344 | 9.524 | 11.030 | 13.362 | 15.507 | 20.090 | 26.425 |
| 9 | 2.038 | 3.325 | 4.168 | 5.380 | 6.393 | 8.343 | 10.656 | 12.242 | 14.684 | 16.919 | 21.666 | 27.877 |
| 10 | 2.558 | 3.940 | 4.791 | 6.179 | 7.267 | 9.342 | 11.781 | 13.442 | 15.987 | 18.307 | 23.209 | 29.588 |
| 11 | 3.053 | 4.575 | 5.578 | 6.989 | 8.148 | 10.341 | 12.899 | 14.641 | 17.275 | 19.675 | 24.725 | 31.264 |
| 12 | 3.571 | 5.226 | 6.304 | 7.807 | 9.034 | 11.340 | 14.011 | 15.812 | 18.549 | 21.026 | 26.217 | 32.909 |
| 13 | 4.107 | 5.892 | 7.042 | 8.634 | 9.926 | 12.340 | 15.119 | 16.985 | 19.812 | 22.362 | 27.688 | 34.528 |
| 14 | 4.660 | 6.571 | 7.790 | 9.467 | 10.821 | 13.339 | 16.222 | 18.151 | 21.064 | 23.685 | 29.141 | 36.123 |
| 15 | 5.229 | 7.261 | 8.547 | 10.307 | 11.721 | 14.339 | 17.322 | 19.311 | 22.307 | 24.996 | 30.578 | 37.697 |
| 16 | 5.812 | 7.962 | 9.312 | 11.152 | 12.624 | 15.338 | 18.418 | 20.465 | 23.542 | 26.296 | 32.000 | 39.252 |
| 17 | 6.408 | 8.672 | 10.085 | 12.002 | 13.531 | 16.338 | 19.511 | 21.615 | 24.769 | 27.587 | 33.409 | 40.790 |
| 18 | 7.005 | 9.390 | 10.865 | 12.857 | 14.440 | 17.338 | 20.601 | 22.760 | 25.989 | 28.869 | 34.809 | 42.312 |
| 19 | 7.635 | 10.117 | 11.651 | 13.716 | 15.352 | 18.338 | 21.689 | 23.900 | 27.204 | 30.141 | 36.191 | 43.820 |
| 20 | 8.260 | 10.851 | 12.443 | 14.578 | 16.266 | 19.337 | 22.775 | 25.038 | 28.412 | 31.410 | 37.566 | 45.315 |
| 21 | 8.897 | 11.501 | 13.240 | 15.445 | 17.182 | 20.337 | 23.858 | 26.171 | 29.615 | 32.671 | 38.932 | 46.797 |
| 22 | 9.542 | 12.338 | 14.041 | 16.314 | 18.101 | 21.337 | 24.939 | 27.301 | 30.823 | 33.924 | 40.289 | 48.268 |
| 23 | 10.196 | 13.091 | 14.848 | 17.187 | 19.021 | 22.337 | 26.018 | 28.429 | 32.007 | 35.175 | 41.638 | 49.728 |
| 24 | 10.856 | 13.848 | 15.659 | 18.062 | 19.943 | 23.337 | 27.096 | 29.553 | 33.196 | 36.415 | 42.980 | 51.179 |
| 25 | 11.524 | 14.611 | 16.473 | 18.940 | 20.867 | 24.337 | 28.172 | 30.675 | 34.382 | 37.652 | 44.314 | 52.620 |
| 26 | 12.198 | 15.372 | 17.290 | 19.820 | 21.792 | 25.336 | 19.246 | 31.795 | 35.563 | 38.885 | 45.642 | 54.052 |
| 27 | 12.879 | 16.151 | 18.114 | 20.703 | 22.719 | 26.336 | 30.319 | 32.912 | 36.741 | 40.113 | 46.963 | 55.476 |
| 28 | 13.565 | 16.928 | 18.939 | 21.588 | 23.647 | 27.336 | 31.391 | 34.027 | 37.916 | 41.337 | 48.278 | 56.893 |
| 29 | 14.256 | 17.708 | 19.768 | 22.457 | 24.577 | 28.336 | 32.461 | 35.139 | 39.087 | 42.557 | 49.588 | 58.302 |
| 30 | 15.953 | 18.493 | 20.599 | 23.364 | 25.508 | 29.336 | 33.530 | 36.250 | 40.256 | 43.773 | 50.892 | 59.703 |

Tabel 4.12: Hasil Evaluasi Data dengan Uji Chi Kuadrat (Hasil Perhitungan)

| Tr | N | Prob. | Dk | α | X^2_{kritik} | CHI- X^2 | Result |
|-----|---|-------|----|----------|-----------------------|------------|--------|
| 2 | 1 | 0,500 | 5 | 0,500 | 1,386 | 1,20 | Ok |
| 5 | 2 | 0,200 | 5 | 0,200 | 3,219 | 1,20 | Ok |
| 10 | 3 | 0,100 | 5 | 0,100 | 4,604 | 1,20 | Ok |
| 20 | 4 | 0,060 | 5 | 0,100 | 6,251 | 1,20 | Ok |
| 25 | 5 | 0,040 | 5 | 0,050 | 6,635 | 1,20 | Ok |
| 50 | 6 | 0,020 | 5 | 0,050 | 8,566 | 1,20 | Ok |
| 100 | 7 | 0,010 | 5 | 0,010 | 9,210 | 1,20 | Ok |

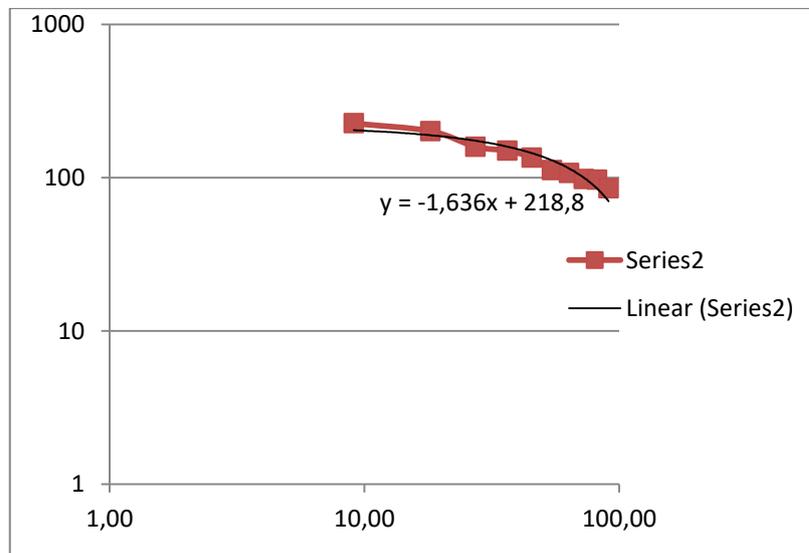
Kesimpulan : Hasil Perhitungan Curah Hujan Kala Ulang 2 sampai 50 tahun tidak dapat diterima.

2. Uji Smirnov Kolmogorov

Berikut nilai rainfall dan probabilitas I :

Tabel 4.13: Nilai rainfall dan probabilitas I

| n | Rainfall | Prob |
|-------|----------|-------|
| 1 | 226 | 9,09 |
| 2 | 201 | 18,18 |
| 3 | 159 | 27,27 |
| 4 | 150 | 36,36 |
| 5 | 135 | 45,45 |
| 6 | 112 | 54,55 |
| 7 | 107 | 63,64 |
| 8 | 98 | 72,73 |
| 9 | 97 | 81,82 |
| 10 | 85 | 90,91 |
| Total | 985 | mm |



Gambar 4.1: plot nilai rainfall

(Grafik Plot nilai Rainfall sebagai sumbu y dan nilai probabilitas sebagai nilai x)

Plot nilai Rainfall sebagai sumbu y dan nilai probabilitas sebagai nilai x pada sumbu berskala logaritma. Setelah didapat grafiknya, tentukan nilai probabilitas II

dengan membuat garis regresi linier. Tentukan persamaan garis tersebut. Pada gambar 3.3 diketahui bahwa persamaan linier data prob I adalah $y = -1,636x + 218,8$. Dengan memasukkan nilai $y = \text{Rainfall}$ didapat nilai $x = \text{Prob II}$. Berikut Hasil perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov terhadap Hasil Hitungan Kala Ulang Curah Hujan.

Tabel 4.14: Hasil pembacaan Probabilitas II secara grafis

| n | Rainfall | Prob I | Prob II | D |
|----|----------|--------|---------|--------|
| 1 | 226 | 9,09 | -4,4 | 13,49 |
| 2 | 201 | 18,18 | 10,9 | 7,30 |
| 3 | 159 | 27,27 | 36,6 | -9,28 |
| 4 | 150 | 36,36 | 42,1 | -5,69 |
| 5 | 135 | 45,45 | 51,2 | -5,77 |
| 6 | 112 | 54,55 | 65,3 | -10,74 |
| 7 | 107 | 63,64 | 68,3 | -4,70 |
| 8 | 98 | 72,73 | 73,8 | -1,11 |
| 9 | 97 | 81,82 | 74,4 | 7,37 |
| 10 | 85 | 90,91 | 81,8 | 9,12 |

$$\Delta \text{ maks} = \frac{\text{Nilai } \Delta \text{ paling besar pada tabel 3.28}}{100}$$

$$\Delta \text{ maks} = 13,49/100$$

$$\Delta \text{ maks} = 0,135$$

atau 0,135

m = Urutan data untuk nilai Δ paling besar

$$m = 1$$

n = jumlah data

$$n = 10$$

Tabel 4.15: Parameter Uji Kolomogorof

| $n \backslash \alpha$ | 0,2 | 0,1 | 0,05 | 0,01 | Δ |
|-----------------------|------|------|------|------|----------|
| 5 | 0.45 | 0.51 | 0.56 | 0.67 | |
| 10 | 0.32 | 0.37 | 0.41 | 0.49 | 0,135 |

Tabel 4.15 : Lanjutan

| $n \backslash \alpha$ | 0,2 | 0,1 | 0,05 | 0,01 | Δ |
|-----------------------|-----|-----|------|------|----------|
| | | | | | |

| | | | | | |
|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|
| 15 | 0.27 | 0.30 | 0.34 | 0.40 | |
| 20 | 0.23 | 0.26 | 0.29 | 0.36 | |
| 25 | 0.21 | 0.24 | 0.27 | 0.32 | |
| 30 | 0.19 | 0.22 | 0.24 | 0.29 | |
| 35 | 0.18 | 0.20 | 0.23 | 0.27 | |
| 40 | 0.17 | 0.19 | 0.21 | 0.25 | |
| 45 | 0.16 | 0.18 | 0.20 | 0.24 | |
| 50 | 0.15 | 0.17 | 0.19 | 0.23 | |
| n > 50 | $1,07/n^{0,5}$ | $1,22/n^{0,5}$ | $1,36/n^{0,5}$ | $1,63/n^{0,5}$ | |

Kesimpulan: Hasil Perhitungan Curah Hujan Kala Ulang 2 sampai 50 tahun dapat diterima.

4.3. Intensitas Curah Hujan

Dari Mononobe memberikan persamaan sebagai berikut:

$$I = R/24 \times (24/t)^{2/3}$$

$$t = tc$$

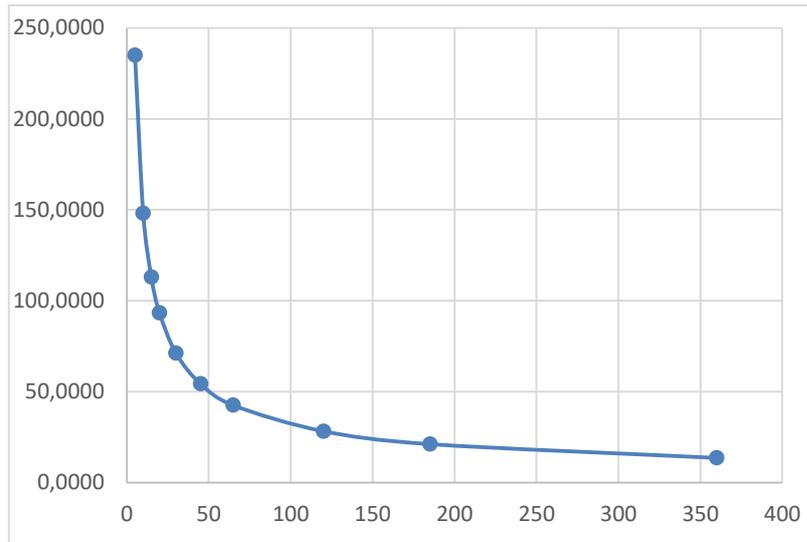
$$Xt = 2 \text{ tahun}$$

$$R24 = 129,34\text{mm}$$

$$T = 6 \text{ jam}$$

Tabel 4.16: Perhitungan intensitas hujan dengan metode manonobe

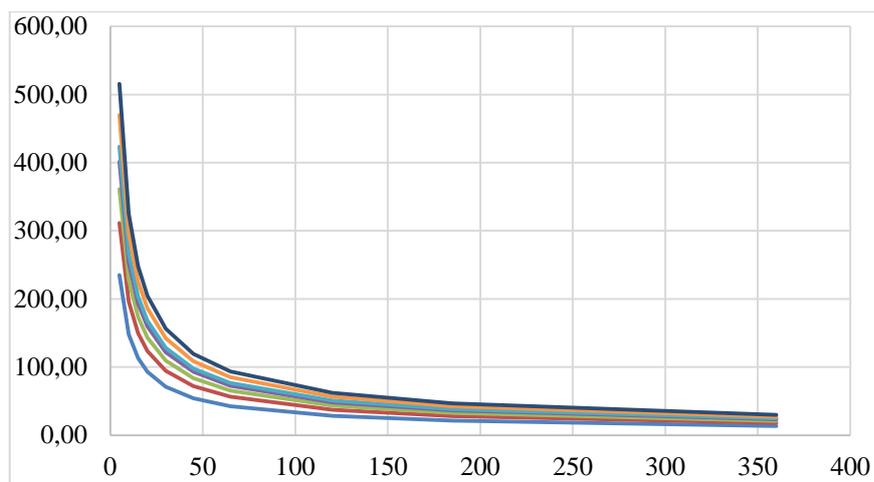
| No | R24 | T | tc | I |
|----|--------|-----|------|----------|
| 1 | 129,34 | 5 | 0,08 | 235,0243 |
| 2 | 129,34 | 10 | 0,17 | 148,056 |
| 3 | 129,34 | 15 | 0,25 | 112,9879 |
| 4 | 129,34 | 20 | 0,33 | 93,26945 |
| 5 | 129,34 | 30 | 0,50 | 71,17792 |
| 6 | 129,34 | 45 | 0,75 | 54,31892 |
| 7 | 129,34 | 65 | 1,08 | 42,50929 |
| 8 | 129,34 | 120 | 2,00 | 28,24697 |
| 9 | 129,34 | 185 | 3,08 | 21,1663 |
| 10 | 129,34 | 360 | 6,00 | 13,57973 |



Gambar 4.2: intensitas hujan metode manonobe

Tabel 4.17: Perhitungan intensitas hujan per 5 menit

| T | R24 | I | | | | | | | | | |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 45 | 65 | 120 | 185 | 360 |
| 2 | 129,34 | 235,03 | 148,06 | 112,99 | 93,27 | 71,18 | 54,32 | 42,51 | 28,25 | 21,17 | 13,58 |
| 5 | 171,48 | 311,60 | 196,30 | 149,80 | 123,66 | 94,37 | 72,02 | 56,36 | 37,45 | 28,06 | 18,00 |
| 10 | 198,77 | 361,19 | 227,53 | 173,64 | 143,34 | 109,39 | 83,48 | 65,33 | 43,41 | 32,53 | 20,87 |
| 20 | 221,00 | 401,58 | 252,98 | 193,06 | 159,37 | 121,62 | 92,81 | 72,64 | 48,27 | 36,17 | 23,20 |
| 25 | 233,03 | 423,44 | 266,75 | 203,57 | 168,04 | 128,24 | 97,87 | 76,59 | 50,89 | 38,14 | 24,47 |
| 50 | 258,46 | 469,65 | 295,86 | 225,79 | 186,38 | 142,24 | 108,55 | 84,95 | 56,45 | 42,30 | 27,14 |
| 100 | 283,89 | 515,86 | 324,97 | 248,00 | 204,72 | 156,23 | 119,23 | 93,31 | 62,00 | 46,46 | 29,81 |



Gambar 4.3: Intensitas Hujan Per 5 Menit

4.4. Debit Metode Rasional

a. Hitung nilai waktu konsentrasi

$$T_c = 0.0195 * Lh^{0.77} * S^{-0.385}$$

Lh = 234 Meter = Jarak lahan Terjauh

S = 3% = Kemiringan Rata-rata

Tc = 4,90 jam

b. Kembali ke nilai berikut

Tc = 4,90 jam

C = 1,3868

A = 10,14 ha

Tc = 4,90 jam

c. Perhitungan nilai C sebagai berikut :

Tabel 4.18: Cara mencari C

| TG Lahan | Luas | C' | C* | Keterangan |
|----------|----------|------|--------|-------------|
| Zona I | 2,62 | 0,5 | 1,31 | Pemukiman |
| Zona II | 2,67 | 0,6 | 1,602 | Pemukiman |
| Zona III | 2,67 | 0,5 | 1,25 | Pemukiman |
| Zona IV | 2,18 | 0,1 | 0,115 | Penghijauan |
| sisia | 10,3 | 0,95 | 9,785 | Jalan Aspal |
| total | 10,14 | | 14,062 | |
| nilai C | 1,386785 | | | |

d. Lakukan perhitungan dalam tabel berikut :

Tabel 4.19: Perhitungan debit metode rasional

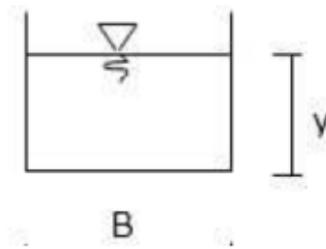
| T | C | R | Tc | I | A | Q |
|-----|--------|--------|------|-------|-------|------|
| 2 | 1,3868 | 129,34 | 4,90 | 15,55 | 10,14 | 0,61 |
| 5 | 1,3868 | 171,48 | 4,90 | 20,62 | 10,14 | 0,81 |
| 20 | 1,3868 | 198,77 | 4,90 | 23,90 | 10,14 | 0,93 |
| 10 | 1,3868 | 221,00 | 4,90 | 26,57 | 10,14 | 1,04 |
| 25 | 1,3868 | 233,03 | 4,90 | 28,02 | 10,14 | 1,10 |
| 50 | 1,3868 | 258,46 | 4,90 | 31,08 | 10,14 | 1,21 |
| 100 | 1,3868 | 283,89 | 4,90 | 34,13 | 10,14 | 1,33 |

Tabel 4.20: Penentuan Koefisien Limpasan Rata-Rata Untuk Daerah Perkotaan
(metode rasional suripin,2004)

| deskripsi daerah | koefisien limpasan | sifat permukaan tanah | koefisien limpasan |
|-------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| busnise | | jalan | |
| perkotaan | 0,75-0,95 | aspal | 0,70-0,95 |
| pinggiran | 0,50-0,70 | beton | 0,80-0,95 |
| pemukiman | | batu bata | 0,70-0,85 |
| rumah tinggal | 0,30-0,50 | batu kerikil | 0,15-0,35 |
| terpencar | | jalan raya dan trotoar | 0,70-0,85 |
| komplek perumahan | 0,40-0,60 | atap | 0,75-0,95 |
| perkampungan | 0,25-0,40 | lapangan rumput | |
| apartemen | 0,50-0,70 | tanah berpasir | |
| industri | | kemiringan 3% | 0,05-0,10 |
| industri ringan | 0,50-0,80 | rata-rata 3-4% | 0,10-0,15 |
| industri berat | 0,60-0,90 | curam | 0,15-0,20 |
| perkerasan | | lapangan rumput | |
| aspal dan beton | 0,70-0,65 | tanah keras | |
| batu bata | 0,50-0,70 | kemiringan 3% | 0,13-0,17 |
| | | curam 2% | 0,18-0,22 |

4.5. Penampang Persegi Empat

Perencanaan saluran dengan model segiempat banyak dipilih untuk talang jaringan irigasi di daerah perkotaan besar. Penggunaan tebing yang tegak menjadikan model saluran ini lebih dihindari dari saluran model trapesium. Hal ini disebabkan untuk membuat dinding yang tegak memerlukan konstruksi yang kuat dan lebih mahal. Saluran dengan model segiempat ini dipilih karena ada dua kelebihan yaitu memiliki nilai estetika dan cocok untuk lahan yang terbatas. Untuk saluran segiempat dapat dihitung sebagai berikut :

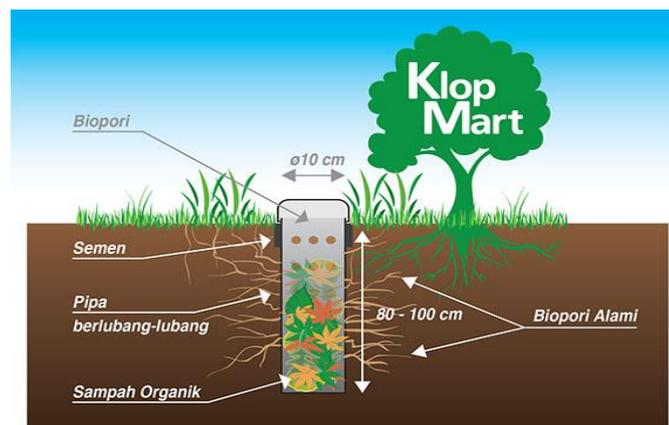


Diketahui : $B = 1\text{ m}$ $Y = 30\text{ cm}$

Untuk mendapatkan perhitungan drainase diketahui $B = 1\text{ m}$ dan $Y = 30\text{ cm}$ dalam mengolah data tersebut didapat luas penampang $0,3\text{ m}$, keliling basah 61 m , jari-jari hidraulis $0,50\text{ m}$, dan debit aliran manning = $0,107721\text{ m}^3/\text{detik}$.

4.6. Analisis Lubang Resapan Biopori

A. Perhitungan lubang resapan biopori sebelum dimensi drainase di modifikasi :



Gambar 4.4: Dimensi biopori pada umumnya

Dapat dilihat pada gambar di atas dimensi biopori pada umumnya berdiameter = 10 cm , panjang = 100 cm . Untuk mengetahui jumlah lubang resapan biopori di Jalan Luku 1 Kwala Bekala, Medan Johor, Kota Medan. Dengan intensitas hujan = $20,62\text{ mm/jam}$ dan kecepatan infiltrasi = $60,6\text{ mm/jam}$ maka jumlah biopori yang didapat sebanyak $290,3983$ buah.

Dari hasil perhitungan jumlah lubang resapan biopori di atas, tidak dapat dipakai dikarenakan jumlah lubang terlalu banyak, dan tidak sesuai dengan besar banjir di Jalan Luku 1 Kwala Bekala Medan Johor. Maka dari itu diperlukannya perubahan dimensi terhadap drainase tersebut.

B. dikarenakan perhitungan awal jumlah biopori tidak sesuai dengan lokasi penelitian maka, akan dihitung kembali dengan perubahan dimensi terhadap drainase yang sudah dimodifikasi dengan hasil yang didapat $Q_5 = 0,81 \text{ m}^3/\text{det}$

$B_{\text{eks}} = 1 \text{ m}$ $H_{\text{eks}} = 0,3 \text{ m}$ $S = 0,001$ Kecepatan infiltrasi = $6,06 \text{ cm/jam}$

Dengan Panjang jalan sebelum perbesaran drainase 234 meter persegi.

Untuk mengatasi banjir dengan cara penerapan lubang resapan biopori didapat hasil $Q_5 = 0,81 \text{ m}^3/\text{det} > Q = 0,029028816$, Dikarnakan nilai Q_5 lebih besar maka hasil yang didapat untuk Q_{banjir} sebesar $0,780971184$.

1. $Q_{\text{banjir}} = 0,81 \text{ m}^3/\text{det} - 0,029028816$
 $= 0,780971184$

2. Kecepatan Infiltrasi setelah perbesaran drainase didapat sebesar :

$$V = \text{kec infiltrasi} / 100/3600$$
$$= 1,68333\text{E-}05 \text{ m/detik}$$

3. Didapat desain lubang biopori setelah perbesaran drainase sebagai berikut :

Diameter = 10 cm Kedalaman = 30 cm

4. Maka akan didapat debit lubang biopori dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_{\text{lbp}} = \text{Kecepatan Infiltrasi} \times \text{Diameter}$$
$$= 1,68333\text{E-}06$$

5. Dan hasil dari perubahan dimensi drainase didapat jumlah lubang resapan biopori sebanyak = 463.943 buah

C. Dari hasil kedua setelah perbesaran dimensi drainase jumlah lubang biopori belum memungkinkan untuk diterapkan di Jalan Luku 1 Kwala Bekala, Medan Johor. Maka dari itu akan dilakukan kembali perhitungan dengan cara memodifikasi dimensi saluran terlebih dahulu, dapat di asumsikan kedalaman sebesar 30 cm banjir yang tertampung didalam lubang biopori.

Masukan kembali data diatas :

$$Q_5 = 0,81 \text{ m}^3/\text{Det}$$

$$V = 0,096763 \text{ mempertahankan level dasar saluran agar tidak di ubah}$$

$$H = 0,3$$

Maka, B desain

$$B = Q_5 / V / H$$

$$= 27,90331 \text{ m}$$

lahan yang tersedia untuk, perubahan dimensi paret sebesar 16 meter diasumsikan memakai jalan 4 meter.

V dimodifikasi menjadi 0,5 m/s maka,

$$B = 5$$

$$Q_{\text{desain}} = 0,75$$

$$Q_5 = 0,81 > 0,75$$

maka :

$$Q_{\text{banjir}} = 0,06 \text{ m}^3/\text{Det}$$

Desain lubang biopori

$$\text{Diameter} = 10 \text{ cm}$$

$$\text{Kedalaman} = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Intensitas} = 20,62 \text{ mm/jm}$$

$$\text{Kecepatan infiltrasi} = 60,6 \text{ mm/jm}$$

Dari data di atas akan dihitung volume tampungan retensi didalam lubang biopori sebagai berikut :

$$V = 0,25 \times 3,14 (\text{diameter}/100)^2 \times (\text{kedalaman}/100)$$

$$= 0,25 \times 3,14 (10/100)^2 \times (30/100)$$

$$= 0,002355$$

$$V = \text{intensitas} / \text{kecepatan infiltrasi}$$

$$= 20,62 \text{ mm/jm} / 60,6 \text{ mm/jm}$$

$$= 0,340230407$$

$$V \text{ efektif} = 0,000801243$$

Perhitungan jumlah resapan lubang biopori dengan hasil yang didapat setelah melakukan perbesaran drainase, dan memodifikasi dimensi saluran dengan kedalaman 30 cm , maka didapat $V_{\text{efektif}} = 0,000801243$.

D. Dari perhitungan diatas didapat jumlah lubang resapan biopori untuk kawasan Kwala Bekala tepatnya Di Jalan Luku 1 didapat 75 buah lubang biopori yang mendekati nilai Q_{banjir} sebesar $0,06 \text{ m}^3/\text{Det}$ berikut perhitungannya :

Perhitungan biopori 1:

jumlah lubang biopori

n = 10 buah

$$Q_{lbp} = 0,008029259 \text{ m}^3/\text{dtk} < 0,06 \text{ m}^3/\text{Det}$$

Perhitungan biopori 2:

jumlah lubang pori

n = 50 buah

$$Q_{lbp} = 0,040146297 \text{ m}^3/\text{dtk} < 0,06 \text{ m}^3/\text{Det}$$

Perhitungan biopori 3:

jumlah lubang biopori

n = 100 buah

$$Q_{lbp} = 0,080292594 \text{ m}^3/\text{dtk} > 0,06 \text{ m}^3/\text{Det}$$

Perhitungan biopori 4:

jumlah lubang biopori

n = 75 buah

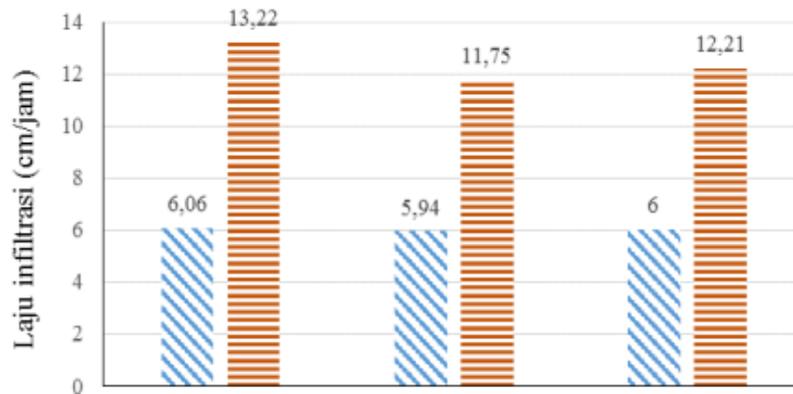
$$Q_{lbp} = 0,060219446 \text{ m}^3/\text{dtk} = 0,06 \text{ m}^3/\text{Det}$$

E. Laju Infiltrasi

Hasil dari pengamatan pada penelitian ini didapatkan pengukuran dan perhitungan pada lahan tanpa lubang resapan biopori, untuk lokasi penelitian di Jalan Luku 1 Kwala Bekala, Medan Johor memiliki kecepatan infiltrasi sebesar 6,06 cm/jam, laju infiltrasi tersebut tergolong sedang, seperti yang terlihat dalam grafik dibawah ini.

Tabel 4.21: Pengukuran laju infiltrasi rata-rata di Jalan Luku 1 Kwala Bekala, Medan Johor.

| titik | Tanpa Biopori | Dengan Biopori |
|-------|-----------------------|-----------------------|
| | laju infiltrasi rata" | laju infiltrasi rata" |
| 1 | 6,06 cm/jam | 13,22 cm/jam |
| 2 | 5,94 cm/jam | 11,75 cm/jam |
| 3 | 6 cm/jam | 12,21 cm/jam |



Gambar 4.5: laju infiltrasi

Nilai kecepatan infiltrasi tersebut didapatkan dengan mengukur tinggi air dan menghitung waktu sampai air habis diserap oleh tanah. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan air diserap tanah adalah karakteristik tanah (bulk density, porositas, permeabilitas, dan tekstur tanah) dan nilai curah hujan.

F. Sifat analisi tanah

Dari hasil uji tanah di laboratorium untuk jenis tanah pada lokasi Jalan Luku 1 Kwala Bekala Medan Johor, memiliki tekstur tanah sandy loam (lempung berpasir) di kedalaman 30 cm dan sandy clay (tanah liat berpasir) dikedalaman 60 cm.

Tabel 4.22: Hasil uji tanah laboratorium di lokasi Jalan Luku 1 Kwala Bekala, Medan Johor.

| Lokasi Parameter | Kedalaman tanah | |
|------------------|------------------------|------------------------|
| | 30cm | 60cm |
| Tekstur tanah | sandy loam | Sandy clay |
| 1. Bulk Density | 1,13 g/cm ³ | 1,43 g/cm ³ |
| 2. Porositas | 57% | 46% |
| 3. Permeabilitas | 7,38 cm/jam | 2,16 cm/jam |

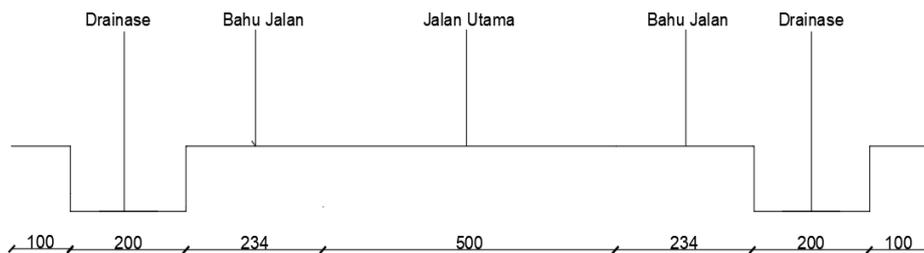
E. Titik biopori di Jalan Luku 1 Kwala Bekala Medan Johor setelah pelebaran drainase

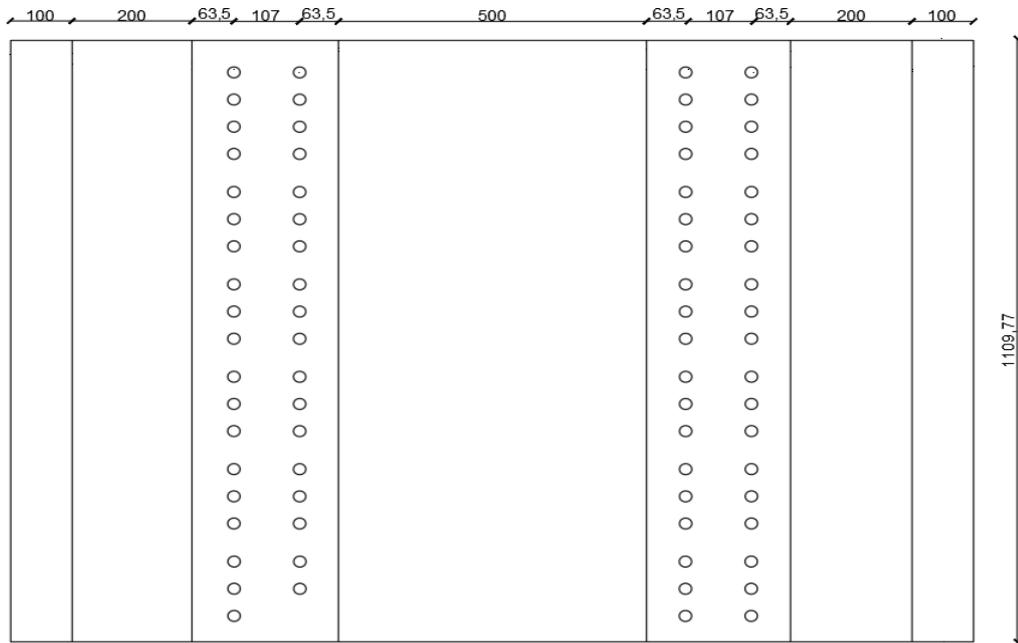
Panjang jalan yang akan di pasang biopori sebanyak 75 buah adalah 2,184 meter persegi.



Gambar 4.6: Titik biopori setelah perbaharuan drainase
(*google earth*)

F. Desain titik biopori di Jalan Luku 1 Kwala Bekala Medan Johor, berikut gambar desain titik biopori.





Gambar 4.7: Desain titik biopori di Jalan Luku 1 Kwala Bekala, Medan Johor

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari perhitungan jumlah resapan lubang resapan biopori untuk kawasan Kwala Bekala Medan Johor tepatnya di jalan Luku 1. Didapat 75 buah lubang biopori yang mendekati nilai Q_{banjir} sebesar $0,06 \text{ m}^3/\text{Det}$
2. Lubang resapan biopori bisa, diterapkan pada kawasan banjir di Kwala Bekala Medan Johor, tepatnya Di jalan Luku 1 dengan kecepatan infiltrasi tanpa biopori yang di dapat sebesar $60,6 \text{ cm/jam}$.

5.2 Saran

1. Diperlukannya perbaikan drainase di sepanjang jalan Luku 1 Kwala Bekala Medan Johor, agar dapat menampung debit aliran dengan kapasitas tinggi dan meminimalisir terjadinya banjir didaerah tersebut.

Kuesioner Penelitian

Banjir Di Kwala Bekala Medan Johor, Jalan Laku 1 Lingkungan VI

Sampel dibagikan untuk 30 orang.

Keterangan pilihan jawaban :

- S = Setuju
- Ts = Tidak Setuju

| NO | Pernyataan | Pilihan jawaban | | Keterangan |
|----|--|-----------------|----|---|
| | | S | TS | |
| 1 | a. berapakah lama hujannya? b. berapakah lama banjirnya? | √ | | Lama hujan yang sering terjadi 2-3 jam, dan tergantung derasnyahujan. banjir paling lama sekitar 2 jam. |
| 2 | Berapa tinggi banjirnya? | √ | | Banjir di jalan luku 1 ini tingginya sekitar 30-1 meter. |
| 3 | Kapan banjir terjadi? | √ | | Hampis setiap hujan banjir terjadi |
| 4 | Apa saja penyebab banjir? | √ | | 1.meluapnya air sungai babura 2.drainase yang tidak bias menampung air hujan |
| 5 | Berapa tahun sekali banjir terjadi? | √ | | Dalam setahun banjir terjadi 3x dan sering terjadi di akhir tahun. |
| 6 | Apakah lokasi ini diperlukan perbaikan drainase? | √ | | Sangat diperlukan karna drainase sudah tidak bias menampung air hujan. |
| 7 | Apakah ketika hujan turun air meresap kedalam tanah? a.apakah air masuk ke drainase sekitar b. apakah air hanya tergenang di sekitar dan terjadi banjir? | | √ | Air hanya tergenang di sepanjang jalan dan masuk ke halaman rumah warga sekitar. |
| 8 | Apakah sungai Babura menyebabkan banjir? a.pada saat banjir tersebut | √ | | Sungai Babura akan meluap ketika hujan |

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| | apakah saat itu ada hujan? b.apakah banjir hanya disebabkan oleh aliran sungai saja? | | | deras,dan air sungai melanda ke daerah yang datarannya sangat rendah,serta drainase yang tidak berfungsi. |
| 9 | Apakah hujan kurang dari 1 jam dapat menyebabkan banjir ? | | √ | Banjir akan terjadi jika hujan berlangsung selama 2-3 jam. |
| 10 | Apakah dengan penerapan biopori dilokasi ini masalah banjir sedikit teratasi? | √ | | Ya,dikarnakan solusi ini sebelumnya tidak ada di daerah ini. |

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, E. Y., Tibri, T., Fitrah, A., Azan, S., & Sembiring, J. A. (2019). *Analisa Pengaruh Sifat Fisik Tanah Terhadap Laju Infiltrasi Air*. 86–90.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 2415:2016 - Tata cara perhitungan debit banjir rencana.
- Brata, K. R., & Nelistya, A. (2008). Lubang Resapan Biopori. Niaga Swadaya
- Bagaskoro, Q. M., Wahyuni, S., & Andawayanti, U. (2021). Analisis Laju Infiltrasi Dengan Metode Penggenangan (Fooding) dan Karakteristik Tanah di Kabupaten Sampang, Madura. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 1(2), 477–488. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2021.001.02.12>
- C. V. Azuka, J. S. C. Mbagwu and G. T. Oyerinde, "Infiltration characteristics and their prediction on a toposequence at Nsukka, South Eastern Nigeria," *Internasional Journal of Science and Advanced Technology*, vol. 3, pp. 1-7, 2013.
- Dengah, G. P., Supit, C. J., Tangkudung, H., Sipil, T., Sam, U., Manado, R., ... Manado, K. (2019). Analisis Perencanaan Lubang Resapan Biopori Untuk Mereduksi Genangan Di Jalan Dahlia Raya II Perumahan Griya Paniki Indah Kota Manado. *Tekno*, 17(73), 145–151.
- Harisuseno, D., Cahya, E. N., & Puspitasari, R. L. (2019). Studi Pengaruh Sifat Fisik Tanah Terhadap Karakteristik Laju Infiltrasi. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 43(2), 1–7.
- Janeiro, D. O. R. I. O. D. E. (2018). Studi resapan air hujan melalui lubang resapan biopori sebagai upaya mereduksi beban drainase di Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, (21), 1–9.
- Simbolon, P. mariani carouli. (2019). Peningkatan laju infiltrasi dengan menggunakan teknologi roter system pada lahan rawan banjir di daerah Kwala Bekala, Medan Johor, Kota Medan.
- Sanitya, R., & Burhanudin, H. (2013). Penentuan Lokasi Dan Jumlah Lubang Resapan Biopori Di Kawasan Das Cikapundung Bagian Tengah. *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 13(1), 124504. <https://doi.org/10.29313/jpwk.v13i1.1385>
- Suwardi. (2016). Pengaruh pemanfaatan biopori sebagai sumber resapan untuk menjaga ketersediaan air tanah di Kecamatan Sanrobone Kabupaten Takalar, 1–68.

TULIS, K., & ALAM, P. (2013). Perencanaan Dan Perhitungan Kebutuhan Lubang Resapan Biopori Di Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Barat. *Academia.Edu*.
https://www.academia.edu/download/36558736/Perencanaan_dan_Perhitungan_Lubang_Resapan_Biopori_di_Dinas_Pendidikan_Provinsi_Jawa_Barat.pdf

Tyas, Y., Safitri, D., & Harisuseno, D. (2022). *Studi Laju Infiltrasi Menggunakan Model Horton dan Model Philip pada Berbagai Tutupan Lahan*. 2(1), 81–90.

LAMPIRAN



Lampiran 1 : Mengukur Drainase Di Jalan Luku 1.



Lampiran 2 : Lokasi Penelitian.



Lampiran 3 : Pengambilan Gambar Drainase Di Jln Luku 1.



Lampiran 4 : Melakukan Pengujian Infiltrasi Tanah



Lampiran 5 : Pengujian Laju Resapan Air Kedalam Tanah

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Utari Sukma
Nama Panggilan : tari
Tempat, Tanggal Lahir : Padang, 9 juli 1999
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl. Paku gg tembaga medan marelan
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Bahari
Ibu : Sri Wahyuni
No Hp : 083199573911
Email : utarisukma50@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1707210070
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Perempuan
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera
Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan
20238

PENDIDIKAN FORMAL

| Tingkat Pendidikan | Nama dan Tempat | Tahun |
|--------------------------|-----------------------|------------|
| Kelulusan | | |
| Sekolah Dasar | SDN 06 GAHARU | 2005- 2011 |
| Sekolah Menengah Pertama | SMPN 1 ULAKAN TAPAKIS | 2011- 2014 |
| Sekolah Menengah Atas | SMAN 1 ULAKAN TAPAKIS | 2014- 2017 |