

**ANALISA SALURAN DRAINASE JALAN DARMA BAKTI KOTA PEKANBARU
MENGUNAKAN *SOFTWARE* EPA SWMM 5.1**

TUGAS AKHIR



DISUSUN OLEH :

IRDINA RAFIKA

193110838

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2023

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA SALURAN DRAINASE JALAN DARMA BAKTI
KOTA PEKANBARU MENGGUNAKAN SOFTWARE
EPA SWMM 5.1**

Disusun Oleh :

**IRDINA RAFIKA
NPM : 193110838**

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

**Bismi Annisa, S.T., M.T
Pembimbing**


Tanggal : April 2023

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR


**ANALISA SALURAN DRAINASE JALAN DARMA BAKTI
KOTA PEKANBARU MENGGUNAKAN SOFTWARE
EPA SWMM 5.1**

Disusun Oleh :


**IRDINA RAFIKA
NPM : 193110838**

*Telah Diuji Didepan Dewan Peguji Pada Tanggal 03 April 2023
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima*

SUSUNAN DEWAN PENGUJI


**Bismi Annisa, S.T., M.T
Dosen Pembimbing**


**Dr. Yolly Adriati, S.T., M.T
Dosen Penguji**


**Harmiyati, S.T., M.Si
Dosen Penguji**

Analisa Saluran Drainase Jalan Darma Bakti kota Pekanbaru Menggunakan *Software* EPA SWMM 5.1

Irdina Rafika

Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

ABSTRAK

Salah satu kawasan di kota Pekanbaru sering terjadi banjir adalah kawasan Jalan Darma Bakti kecamatan Payung Sekaki. Adanya banjir pada beberapa titik disebabkan oleh hujan yang cukup lama. Untuk rata-rata tinggi banjir $\pm 30 - 45$ cm. Berdasarkan observasi lapangan, penyebab banjir yang terjadi di jalan Darma Bakti adalah kapasitas tampung saluran drainase yang tidak memenuhi sehingga tidak mampu menampung limpasan aliran permukaan secara optimal serta terdapat banyak tumpukan sampah di sekitar drainase.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kondisi eksisting drainase dan penanggulangan banjir yang terjadi di Jalan Darma Bakti kota Pekanbaru. Metode dalam penelitian ini menggunakan simulasi program *software* EPA SWMM 5.1. Hasil yang diperoleh adalah kondisi eksisting drainase tidak mampu menampung debit hujan dengan tinggi banjir 30-45 cm dimana terdapat 6 titik (*junction* / J) banjir. Untuk pengendalian banjir di jalan Darma Bakti kota Pekanbaru dilakukan dengan 3 skenario yaitu mengubah dimensi saluran (memperdalam saluran dengan geometri drainase persegi panjang dan ukuran dimensi lebar (b) = 1,2 m ; tinggi (h)= 0,8 m (J1, J2, J3, J4, J7, J8, J10, J11) sedangkan $b = 1,2$ m, $h = 1,94$ m (J5), $b=1,2$ m, $h = 2,2$ m (J6) dan $b = 1,2$ m, $h = 1,09$ m (J9) . Untuk titik drainase J5 dan J6 memiliki ketinggian 2,75 kali h eksisting yaitu 1,94 m dan 2,2 m sedangkan J9 memiliki ketinggian 1,36 kali h eksisting yaitu 1,09 m) , mengubah geometri saluran drainase (bentuk lingkaran dengan diameter 1,2 m) dan merencanakan sumur resapan (113 buah; dimensi $R = 0,6$ m , $H = 3$ m)

Kata Kunci : Drainase, EPA SWMM 5.1, *Junction*, Penanggulangan Banjir, Sumur Resapan

ANALYSIS OF DRAINAGE CHANNELS ON DARMA BAKTI PEKANBARU CITY USING THE PROGRAM EPA SWMM 5.1

Irdina Rafika
193110838

ABSTRACT

One of the areas in the city of Pekanbaru that often experiences flooding is the area of Darma Bakti road, Payung Sekaki sub-district. There was flooding at several points caused by long rains. For an average flood height + 30 - 45 cm. Based on field observations, the cause of the flooding that occurred on Darma Bakti Street was that the drainage capacity of the drainage channel was not sufficient so that it was unable to optimally accommodate surface runoff and there were many piles of garbage around the drainage.

The purpose of this study was to determine the existing condition of the drainage and flood control that occurred on Darma Bakti road Pekanbaru. The method in this study uses the EPA SWMM 5.1 software simulation program. The results obtained are that the existing drainage conditions are unable to accommodate rain discharge with a flood height of 30-45 cm where there are 6 flood junctions. For flood control on the Darma Bakti road, Pekanbaru city, it was carried out with 3 scenarios, namely changing the dimensions of the channel (deepening the channel with a rectangular drainage geometry and dimensions of width (b) = 1.2 m; height (h) = 0.8 m (J1, J2, J3, J4, J7, J8, J10, J11) while b = 1.2 m, h = 1.94 m (J5), b=1.2m, h = 2.2 m (J6) and b = 1.2 m, h = 1.09 m (J9) For drainage points J5 and J6 have a height of 2.75 times the existing h, namely 1.94 m and 2.2 m, while J9 has a height of 1.36 times the existing h, namely 1.09 m), changing the geometry of the drainage channel (circle shape with a diameter of 1.2 m) and planning infiltration wells (22 pieces; dimensions R = 0.7 m , H = 3m)

Keywords : *Drainage, EPA SWMM 5.1, Junction, Flood Management, Infiltration Wells*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga peneliti dapat menyusun dan menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Shalawat beserta salam tak lupa pula diucapkan kepada baginda Rasulullah Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para umatnya sampai akhir zaman. Berkat segala perjuang-Nya memerangi zaman kebodohan menuju zaman yang penuh dengan iman dan pengetahuan yang bisa kita nikmati hingga saat ini.

Setelah melalui proses yang panjang akhirnya peneliti dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "**Analisa Saluran Drainase Jalan Darma Bakti Kota Pekanbaru Menggunakan Software EPA SWMM 5.1**" yang disusun sebagai persyaratan mengikuti kurikulum akademis pada Program Studi Strata Satu (S1) Teknik Sipil Universitas Islam Riau (UIR) sebagai syarat untuk mendapatkan Sarjana Teknik (ST).

Mengingat keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh peneliti, maka peneliti menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata kesempurnaan dan tidak luput dari kesalahan. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati peneliti menerima kritikan dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kebaikan dan kesempurnaan tugas akhir ini.

Pekanbaru, 10 April 2023

IRDINA RAFIKA
NPM : 193110838

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----------|
| KATA PENGANTAR | i |
| UCAPAN TERIMAKASIH..... | ii |
| DAFTAR ISI | iv |
| DAFTAR GAMBAR | iv |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR NOTASI | ii |
| DAFTAR LAMPIRAN | ii |
| ABSTRAK | ii |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4. Manfaat Masalah..... | 3 |
| 1.5. Batasan Masalah | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Umum | 5 |
| 2.2 Penelitian Terdahulu | 5 |
| 2.3 Keaslian Penelitian..... | 8 |
| BAB III LANDASAN TEORI | |
| 3.1 Drainase..... | 10 |
| 3.2 Hidrologi | 12 |
| 3.3 Siklus Hidrologi..... | 12 |
| 3.4 Genangan | 13 |
| 3.5 Banjir | 14 |
| 3.5.1 Penyebab Banjir | 14 |
| 3.5.2 Upaya Penanggulangan Banjir | 16 |
| 3.6 Analisis Frekuensi..... | 21 |
| 3.7 Uji Kecocokan | 28 |
| 3.7.1 Uji Smirnov - Kolmogorov..... | 28 |

| | |
|--|----|
| 3.7.2 Chi-Kuadrat | 29 |
| 3.8 Analisis Intensitas Hujan..... | 27 |
| 3.9 Menentukan Debit Puncak dengan Metode Rasional | 30 |
| 3.10 Analisis Hidrolika | 33 |
| 3.10.1 Tipe Aliran..... | 33 |
| 3.10.2 Kecepatan Aliran | 34 |
| 3.10.3 Tinggi Jagaan | 36 |
| 3.10.4 <i>Software</i> Analisis Hidrolika..... | 36 |
| 3.10.5 Komponen pada <i>Software</i> EPA SWMM 5.1 | 45 |
| BAB IV METODE PENELITIAN | |
| 4.1 Lokasi Penelitian | 54 |
| 4.2 Teknik Penelitian | 54 |
| 4.3 Tahapan Pelaksanaan Penelitian | 55 |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 5.1 Analisa Hidrologi | 58 |
| 5.1.1 Analisa Curah Hujan | 58 |
| 5.1.2 Analisa Frekuensi..... | 59 |
| 5.1.3 Distribusi Log Person III | 60 |
| 5.1.4 Uji Kecocokan..... | 60 |
| 5.1.5 Perhitungan Curah Hujan Rencana | 62 |
| 5.1.6 Perhitungan Intensitas Curah Hujan..... | 62 |
| 5.2 Konseptualisasi Model EPA SWMM | 64 |
| 5.3 Simulasi EPA SWMM 5.1 | 73 |
| 5.3.1 Kondisi Eksisting Drainase..... | 74 |
| 5.3.2 Skenario 1 (Perubahan Dimensi Saluran)..... | 79 |
| 5.3.3 Skenario 2 (Perubahan Geometri Saluran) | 81 |
| 5.3.4 Skenario 3 (Perencanaan Sumur Resapan)..... | 84 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | |
| 6.1 Kesimpulan..... | 88 |
| 6.2 Saran..... | 88 |

DAFTAR PUSTAKA.....89

LAMPIRAN



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Drainase merupakan salah satu fasilitas yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan komponen penting dalam perencanaan kota. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Sistem drainase yang baik akan mampu menaikkan kualitas kesehatan lingkungan (Kustamar, 2019).

Dalam perencanaan drainase tidak lepas dari berbagai masalah yang perlu ditangani secara benar dan menyeluruh. Salah satu permasalahan drainase adalah terjadinya genangan atau banjir. Banjir merupakan kata yang sangat populer di Indonesia, khususnya dimusim hujan, mengingat hampir semua kota di Indonesia mengalami genangan hingga banjir. Namun permasalahan ini sampai sekarang ini belum terselesaikan, bahkan cenderung makin meningkat, baik frekuensinya, luasannya, kedalamannya, maupun durasinya. Permasalahan banjir di perkotaan berawal dari meningkatnya jumlah penduduk, sehingga berkurangnya daerah resapam air hujan yang mengakibatkan sistem drainase tidak mampu untuk menampung air. Drainase direncanakan untuk menangani persoalan kelebihan air yang ditimbulkan adanya intensitas hujan yang tinggi sehingga bisa berhubungan secara sistematis antara satu dengan yang lain yang bertujuan agar air mengalir atau berjalan dengan baik (Wesli, 2008).

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) tahun 2020 tentang Infrastruktur Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, drainase yang tidak mengalir atau berjalan dengan baik akan menimbulkan genangan hingga banjir. Genangan air tidak bisa dideskripsikan sebagai banjir apabila mengalami surut dalam tempo beberapa jam, namun jika genangan air bertahan lebih dari 1×24 jam maka dimasukkan dalam fase banjir. Kemudian perbedaan mendasar antara banjir dan genangan air terletak pada seberapa tinggi ketinggian airnya. Jika air yang menggenang pasca hujan deras berada pada

ketinggian tidak lebih 40 cm maka disebut sebagai fase genangan air saja. jika genangan air lebih dari 40 cm dan harus membuat masyarakat mengungsi dalam skala besar maka hal tersebut dikategorikan sebagai banjir.

Salah satu kawasan di kota Pekanbaru sering terjadi banjir adalah kawasan Jalan Darma Bakti kecamatan Payung Sekaki. Adanya banjir pada beberapa titik disebabkan oleh hujan yang cukup lama. Untuk rata-rata tinggi banjir $\pm 30 - 45$ cm (Ridwan, 2022). Berdasarkan observasi lapangan, penyebab banjir yang terjadi di jalan Darma Bakti adalah kapasitas tampung saluran drainase yang tidak memenuhi sehingga tidak mampu menampung limpasan aliran permukaan secara optimal serta terdapat banyak tumpukan sampah yang menumpuk di sekitar drainase.

Menurut Maryam (2018) berdasarkan hasil analisa menggunakan *software* EPA SWMM 5.0 (*Storm Water Management Model*) diperoleh 13 titik saluran yang mengalami banjir yang disebabkan oleh tingginya intensitas curah hujan serta kapasitas tampung drainase yang tidak memenuhi sehingga diperlukan perubahan dimensi.

Dalam pemecahan permasalahan pada penelitian ini, peneliti menggunakan *software* EPA SWMM 5.1 dengan pendekatan model kondisi sesungguhnya dilapangan. Berdasarkan Ardiyanto (2020) model EPA SWMM merupakan simulasi dinamis hubungan antara curah hujan dan limpasan yang dikembangkan oleh U.S *Environmental Protection Agency* (EPA).

Mengingat pentingnya fungsi drainase dan permasalahan drainase yang terjadi di jalan Darma Bakti kota Pekanbaru, maka akan dilakukan “Analisa saluran drainase Jalan Darma Bakti kota Pekanbaru menggunakan *software* EPA SWMM 5.1”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang ditinjau dalam penelitian ini adalah berikut

1. Bagaimana kondisi eksisting saluran drainase yang ada di Jalan Darma Bakti ?

2. Bagaimana penanggulangan banjir di Jalan Darma Bakti setelah dilakukan simulasi menggunakan EPA SWMM 5.1 ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang ada, maka tujuan penulisan skripsi ini adalah

1. Mengetahui kondisi eksisting saluran drainase pada kawasan Jalan Darma Bakti.
2. Mengetahui penanggulangan banjir setelah dilakukan simulasi menggunakan program EPA SWMM 5.1.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penulisan penelitian ini adalah :

1. Dapat menjadi bahan referensi pertimbangan dan referensi data untuk pihak instansi dinas terkait serta masukan perihal permintaan warga mengenai pengelolaan drainase yang tidak menampung limpasan air bagi pemerintah terkait dalam menangani permasalahan banjir di jalan Darma Bakti.
2. Instansi dan dinas terkait serta masyarakat memperoleh alternatif desain dimensi drainase dari permasalahan drainase yang tidak bisa menampung debit air secara maksimal jalan Darma Bakti.
3. Sebagai informasi mengenai kondisi jaringan drainase di jalan Darma Bakti, sehingga instansi atau dinas terkait dapat merencanakan dan memelihara jaringan drainase dengan baik dan berfungsi secara maksimal.
4. Sebagai alternatif data analisa perbaikan drainase terhadap akan terjadi penanggulangan banjir.

1.5 Batasan Masalah

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

1. Data hidrologi dari Badan Wilayah Sungai Sumatera III selama 10 tahun terakhir kota Pekanbaru.
2. Hasil Perhitungan berdasarkan simulasi *software* EPA SWMM 5.1 hanya menghitung perubahan dimensi drainase.
3. Perhitungan analisa drainase menggunakan *software* EPA SWMM 5.1 berdasarkan data curah hujan dan air limbah rumah tangga.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka memuat uraian sistematis tentang pustaka dan hasil-hasil penelitian yang didapat oleh peneliti terdahulu serta memiliki hubungan yang erat dengan penelitian yang sedang dilakukan. Penelitian ini menggunakan tinjauan pustaka yang telah diterbitkan, dan dari buku-buku atau artikel-artikel yang ditulis para peneliti sebelumnya

2.2 Penelitian Terdahulu

Efrizal dkk, 2022. “Implementasi *Software* Hec-Ras 4.1.0 dan *Epa Strom Water Management Model* (Swmm) Pada Efektivitas Analisis Saluran Drainase (Studi Kasus Desa Kelet Kecamatan Keling Kabupaten Jepara)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui alternatif penanganan banjir. Penelitian ini dilakukan dengan analisis hidrolika dengan perhitungan curah hujan metode isohyet dan program bantu HEC-RAS dan EPA SWMM. Hasil analisis *software* EPA SWMM lebih efektif untuk dijadikan alternatif penangan masalah banjir dan tepat sesuai dengan kondisi jalan Raya Kelet – Bangsri, Desa Kelet, Kecamatan Keling, Kabupaten Jepara dengan perencanaan dimensi saluran drainase yang baru sebesar $B = 0,6\text{m}$ dan $H = 0,8\text{m}$. . Berdasarkan hasil analisa kondisi eksisting diperoleh bahwa genangan air terjadi karena kapasitas saluran yang tidak mampu mengalirkan debit banjir, seperti dimensi saluran yang kurang sesuai sehingga dibutuhkan perencanaan baru.

Maryam, 2018. ” Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Saluran Drainase Guna Mendukung Infrastruktur Jalan Jendral Sudirman (Jalan Poros) Kabupaten Karimun Menggunakan Model EPA SWMM 5.0”. Tujuan penelitian ini melakukan analisis pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap saluran drainase. Salah satu solusi untuk membantu menganalisis perubahan tata guna lahan yang mengakibatkan tidak berfungsinya drainase secara maksimal sehingga banjir dibantu dengan metode *software* SWMM 5.0. Dengan didapatnya

hasil perkiraan banjir terjadi dengan mengubah dimensi saluran. Dari hasil simulasi didapat dimensi saluran yang mampu mengatasi banjir tersebut adalah dengan lebar saluran (B) 1,1 m, kedalaman saluran (H) 1 m dan kemiringan saluran (m) 0,1. Maka dari itu dibutuhkan dimensi saluran baru agar tata guna lahan dapat berfungsinya drainase secara maksimal.

Kartiko & Waspodo, 2018. “Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Program SWMM 5.1 di Perumahan Tasmania Bogor, Jawa Barat”. Pembangunan drainase yang baik pada daerah perumahan diperlukan untuk menyalurkan air limpasan sehingga mengurangi potensi timbulnya genangan-genangan yang dapat mengakibatkan banjir. dengan intensitas tinggi. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan perubahan dimensi saluran supaya efektif menampung air limpasan. Tujuan penelitian ini adalah merencanakan ulang drainase yang sesuai dengan air limpasan agar tidak timbulnya genangan maupun banjir. Salah satu solusi untuk membantu mengevaluasi sistem drainase perkotaan adalah dengan menggunakan sebuah pemodelan *runoff* yakni *software* SWMM. Hasil simulasi menunjukkan terdapat terdapat 37 saluran yang perlu dilakukan perbaikan. Sebanyak 20 saluran terjadi limpasan, 6 saluran berpotensi besar terjadi limpasan, dan 11 saluran yang juga perlu dilakukan perbaikan karena pengaruh perubahan dimensi saluran di sekitarnya. Rancangan saluran drainase perbaikan memiliki dimensi lebar dan kedalaman yang lebih besar dengan kisaran 0.2 - 0.4 m lebar dan 0.4 - 0.8 m dalam. Tidak ditemukan saluran bermasalah setelah dilakukan simulasi ulang menggunakan dimensi saluran perbaikan, sehingga dimensi dimensi saluran setelah perbaikan dianggap aman.

Suprpto dkk, 2018. “ Analisis Sistem Drainase Untuk Penanganan Genangan di Kecamatan Magetan Bagian Utara”. Genangan pada saat musim penghujan menyebabkan kerugian di berbagai aspek. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kapasitas sistem drainase eksisting dalam menampung debit hujan. Dalam menyelesaikan permasalahan tersebut digunakan simulasi dengan *software* SWMM (*Storm Water Management Model*). Pemilihan konsep penanganan didapatkan melalui simulasi ulang kapasitas saluran drainase agar dapat menampung debit rencana. Berdasarkan hasil simulasi menunjukkan kapasitas

saluran drainase eksisting cukup baik namun terdapat 5 saluran yang melebihi daya tampung debit aliran yaitu C01, C09, C25, C26 dan C38. Kelima saluran tersebut mengalami kelebihan kapasitas selama 1 jam pada saat puncak debit yang terjadi pada jam ke 2, maka dari itu dibutuhkan analisis ulang dalam perencanaan drainase.

Ardiyanto dkk, 2020. “ Perencanaan Ulang Sistem Drainase Perumahan Mulyosari, Surabaya Timur ”. Penelitian ini bertujuan merencanakan ulang sistem drainase disebabkan adanya genangan di beberapa titik pada daerah perumahan saat musim hujan. Hal ini dapat diatasi dengan merencanakan ulang dimensi saluran drainase serta dengan penambahan fasilitas drainase seperti pembangunan kolam tampung, pintu air, ataupun pompa. Perencanaan pada studi ini menggunakan simulasi dengan program bantu *Storm Water Management Model* (SWMM) 5.1. Hasil dari studi ini adalah dengan tinggi hujan periode ulang 10 tahun sebesar 120,328 mm, didapatkan debit banjir atau maksimum pada sistem drainase Perumahan Mulyosari sebesar 12,04 m³/dtk yaitu pada jam ke-2 setelah simulasi menggunakan program bantu SWMM dimulai. Pada studi ini direncanakan kolam tampung dan pompa pada hilir dengan debit masuk sebesar 2,66 m³/dtk, dan kolam tampung direncanakan memiliki luas sebesar 500 m² dengan kedalaman 2,5 m dan membutuhkan 4 unit pompa dengan masing-masing berkapasitas 0,65 m³/dtk. Maka dari itu dibutuhkan analisis ulang dalam perencanaan drainase.

Amrulloh dkk, 2021. “ Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Jalan Kaliurang Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember ”. Tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi kinerja drainase Jalan Kaliurang, Jember dengan menggunakan model *Strom Water Management Model* (SWMM) karena sesuai untuk mensimulasikan proses hidrologi dan hidrolika di daerah perkotaan. Tahapan pemodelan meliputi: perhitungan curah hujan rerata wilayah menggunakan metode poligon thiessen, uji kecocokan, perhitungan debit banjir rencana kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun, perhitungan intensitas curah hujan jam-jaman dengan metode mononobe dan pemodelan hidrolika menggunakan *software Strom Water Managament Model* (SWMM). Hasil pemodelan dengan *Strom*

Water Management Model (SWMM) pada banjir kala ulang 2 tahun terdapat 4 titik lokasi rawan banjir, kala ulang 5 tahun terdapat 9 titik lokasi rawan banjir, dan kala ulang 10 tahun terdapat 13 titik lokasi rawan banjir. Maka dari itu dibutuhkan analisis ulang dalam perencanaan drainase.

Saputro, 2019. “ Evaluasi Drainase Perumahan Margorejo Indah dengan Permodelan EPA SWMM 5.1”. Kapasitas drainase yang menjadi penyebab utamanya dimana drainase di Perumahan Margorejo belum ada perbaikan atau rehab di saluran drainasenya yang kondisinya sekarang kecil. Dalam proses evaluasinya dilakukan analisis hidrologi dan hidrolika dengan dibantu *software* EPA SWMM 5.1. Hasil dari penelitian ini didapatkan adanya 5 saluran yang dapat melebihi daya tampung debit aliran C01, C09, C25, C26 dan C38, maka perubahan drainase terjadi pada C25, C26 dan C27 sehingga perubahan dimensi saluran sehingga dilakukan perubahan dalam segi lebar saluran dan tinggi saluran yang ada pada profil saluran tersebut.

Purnomo dkk, 2021. “ Evaluasi Saluran Drainase di Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro”. Salah satu wilayah perkotaan di Jawa Timur yang menghadapi masalah banjir dan genangan adalah Wilayah Kota Bojonegoro. Dalam proses penelitian ini digunakan program bantu EPA SWMM untuk mengetahui saluran drainase yang mengalami luapan akibat limpasan permukaan. Dari hasil perhitungan kalibrasi model dengan membandingkan hasil simulasi dengan hasil observasi di lapangan didapatkan persentase yang relatif besar maka perlunya perbaikan saluran drainase sehingga didapat 9 titik yang menjadi permasalahan timbulnya genangan atau banjir yaitu C4, C12, C17, C18, C19, C28, C29, C31, C34. Maka dari itu dibutuhkan analisis ulang dalam perencanaan drainase.

2.3 Keaslian Penelitian

Judul yang diajukan oleh peneliti dalam penelitian Tugas Akhir ini memang terdapat kesamaan dengan judul-judul penelitian terdahulu tetapi memiliki perbedaan tempat, metode dan penjabaran yang akan dilakukan pada penelitian ini. Maka dari itu seluruh penelitian ini adalah benar hasil penelitian penulis dan

yang mana pada penelitian ini menganalisa saluran drainase menggunakan *software* EPA SWMM 5.1 di Jalan Darma Bakti kecamatan Payung Sekaki kota Pekanbaru.



BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Drainase menurut Suripin (2004) mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalirkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih dan sehat. Prasarana drainase disini berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir.

Pada dasarnya drainase tidak diperlukan bila kelebihan air yang tidak menimbulkan permasalahan bagi masyarakat. Drainase diperlukan bila air kelebihan menggenang pada daerah-daerah yang mempunyai nilai ekonomis seperti daerah perkotaan, pertanian, industri dan pariwisata.

Menurut Suripin (2004) Berdasarkan jenisnya drainase dibagi menjadi 4 yaitu :

1. Menurut Sejarah Terbentuknya

Berdasarkan sejarah terbentuknya dibagi menjadi 2 yaitu :

- a. Drainase Alamiah (*Natural Drainage*)

Drainase alamiah adalah sistem drainase yang terbentuk secara alami dan tidak ada unsur campur tangan manusia.

- b. Drainase Buatan (*Aritificial Drainage*)

Drainase alamiah adalah sistem drainase yang dibentuk berdasarkan analisis ilmu drainase, untuk menentukan debit akibat hujan dan dimensi saluran.



Gambar 3.1 Drainase Alamiah dan Drainase Buatan (Kustamar, 2019)

2. Menurut Letak Saluran

Berdasarkan sejarah terbentuknya dibagi menjadi 2 yaitu :

a. Drainase Permukaan Tanah (*Surface Drainage*)

Drainase permukaan tanah adalah saluran drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan.

b. Drainase Bawah Tanah (*Sub Surface Drainage*)

Drainase bawah tanah adalah saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa), dikarenakan alasan-alasan tertentu. Alasan tersebut tidak membolehkan adanya saluran di permukaan tanah.

3. Menurut Konstruksi

Berdasarkan sejarah terbentuknya dibagi menjadi 2 yaitu :

a. Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah sistem saluran yang biasanya direncanakan hanya untuk menampung dan mengalirkan air hujan (sistem terpisah), namun kebanyakan sistem saluran ini berfungsi sebagai saluran campuran. Pada pinggiran kota, saluran terbuka ini biasanya tidak diberi lining (lapisan pelindung). Akan tetapi saluran terbuka di dalam kota harus diberi lining dengan beton, pasangan batu (*masonry*) ataupun dengan pasangan bata.

b. Saluran Tertutup

Saluran tertutup adalah saluran untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan. Sistem ini cukup bagus digunakan di daerah

perkotaan terutama dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi seperti kota Metropolitan dan kota-kota besar lainnya.

4. Menurut Fungsi

Berdasarkan sejarah terbentuknya dibagi menjadi 2 yaitu :

a. *Single Purpose*

Single purpose adalah saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja.

b. *Multy Purpose*

Multy purpose adalah saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian (Halim, 2011).

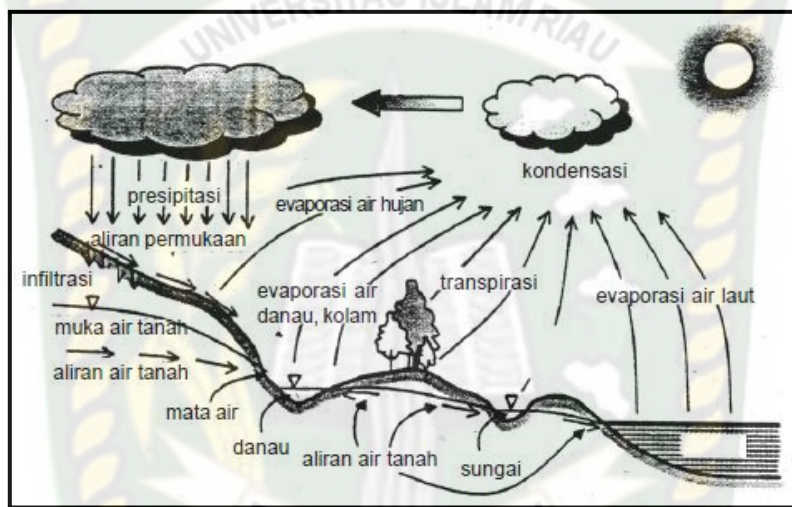
3.2 Hidrologi

Menurut Ambarwati (2013), Hidrologi Secara Umum adalah Cabang ilmu geografi yang mempelajari seputar pergerakan, distribusi, dan kualitas air yang ada di bumi serta siklus hidrologi dan sumber daya air. Sedangkan Pengertian Siklus Hidrologi Secara Umum adalah sirkulasi air dari laut ke atmosfer lalu ke bumi dan kembali lagi ke laut dan seterusnya. Hidrologi berasal dari kata "Hidrologia" artinya "ilmu air". Hidrologi merupakan ilmu yang mengkaji kehadiran dan pergerakan air di bumi. Dalam kajian hidrologi meliputi potamalog (aliran permukaan), geohidrologi (air tanah), hidrometeorologi (air yang ada di udara dan berwujud gas), limnologi (air permukaan yang relatif tenang seperti danau, dan waduk).

3.3 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses berkelanjutan dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi dalam bentuk butiran air hujan. Air di permukaan tanah dan laut menguap ke udara dan terus bergerak naik ke atmosfer, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh-

tumbuhan dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah mengisi cekungan tanah, danau, dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Bagian air hujan yang terinfiltrasi, pada proses selanjutnya akan mengalami penyerapan oleh akar tanaman dan sebagian diantaranya naik melalui akar dan batang tanaman sehingga terjadi transpirasi, yaitu proses evaporasi (penguapan) melalui tumbuh-tumbuhan melalui bagian bawah (Harisuseno dkk, 2017).



Gambar 3.2 Siklus Hidrologi (Suripin, 2004)

Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir di dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut. Proses tersebut berlangsung terus menerus yang disebut dengan siklus hidrologi (Cristiandi & Lambertus, 2014).

3.4 Genangan

Genangan adalah sebuah kandungan cairan kecil, biasanya air, di sebuah permukaan (Wesli, 2008). Genangan dapat terbentuk lewat pengisian air dalam sebuah cekungan permukaan, atau oleh tegangan permukaandi atas permukaan datar. Genangan umumnya bersifat dangkal untuk dilangkahi, dan terlalu kecil

untuk dilewati perahu atau rakit. Genangan dapat diidentifikasi dengan adanya luas genangan, tinggi genangan, Kapasitas saluran drainase yang terbatas, diperburuk dengan sampah yang masuk ke saluran drainase, dan tingkat infiltrasi tanah yang rendah, sementara curah hujan tinggi menyebabkan terjadinya banjir genangan. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) tahun 2020 tentang Infrastruktur Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, genangan air tidak bisa dideskripsikan sebagai banjir apabila mengalami surut dalam tempo beberapa jam, namun jika genangan air bertahan lebih dari 1×24 jam maka dimasukkan dalam fase banjir, sedangkan tinggi genangan berkisar kurang dari 40cm.

3.5 Banjir

Menurut Wesli (2008) banjir merupakan kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran drainase atau tersumbatnya aliran air di dalam saluran drainase. Banjir menimbulkan kersakan lingkungan hidup. Banjir dapat terjadi karena hujan terus menerus tanpa henti atau pasang surut pada air laut yang masuk ke dalam wilayah daratan karena tidak dapat menampung air.

Banyak faktor yang menjadi penyebab terjadinya banjir. Namun secara umumnya banjir dapat diklarifikasikan dalam 2 kategori, yaitu banjir secara alami dan banjir yang diakibatkan oleh manusia.

Tabel 3.1 Perbedaan Genangan dan Banjir

| No | Kondisi Lapangan | Genangan | Banjir |
|----|------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1 | Tinggi Air | ≤ 40 cm | > 40 cm |
| 2 | Durasi Waktu | < 24 jam | > 24 jam |
| 3 | Luas Area | ≤ 100 m | > 100 m |
| 4 | Dampak | Akses lalu lintas terganggu | Kerugian materi bahkan nyawa |

Sumber : Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), 2020

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) tahun 2020 tentang Infrastruktur Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, yang mana genangan air lebih dari 40 cm dan harus membuat masyarakat mengungsi dalam skala besar serta durasinya lebih dari 24 jam maka hal tersebut dikategorikan sebagai banjir, dapat dilihat pada Tabel 3.1.

3.5.1 Penyebab Banjir

Adapun penyebab banjir secara alami disebabkan oleh beberapa hal berikut :

1. Pengaruh Air Pasang

Air pasang laut akan memperlambat aliran sungai ke laut. Pada banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi genangan atau banjir menjadi besar karna tidak adanya aliran balik (*backwater*).

2. Curah Hujan

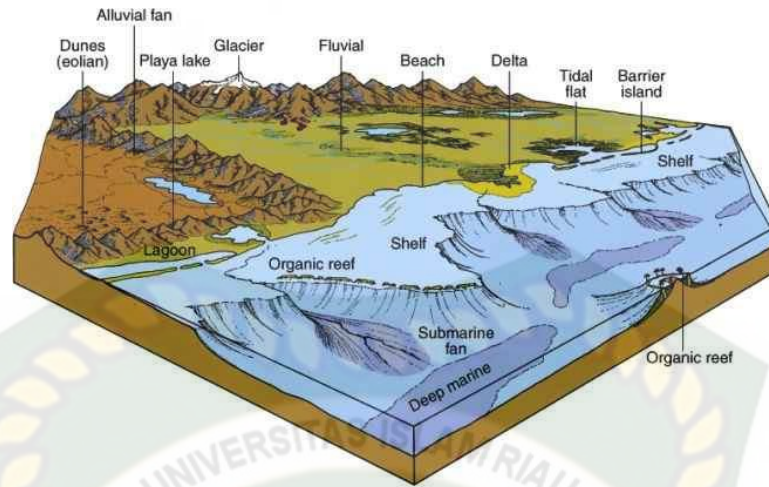
Curah hujan dapat terjadinya banjir apabila turun dengan skala tinggi, durasi lama, dan terjadi pada daerah yang luas.

3. Pengaruh Fisiografi

Fisiografi atau bias disebut geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan Daerah Aliran Sungai (DAS), kemiringan sungai, geometrik hidrolis (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), lokasi sungai dan lain-lain, merupakan hal-hal yang mempengaruhi terjadinya banjir.

4. Erosi dan Sedimentasi

Erosi dan sedimentasi di DAS berpengaruh terhadap pengurangan kapasitas penampang sungai. Erosi dan sedimentasi menjadi problem klasik sungai-sungai di Indonesia. Besarnya sedimentasi akan mengurangi kapasitas saluran sehingga timbul genangan dan banjir di sungai.



Gambar 3.3 Bantuan Sedimentasi (Wesli, 2008)

5. Menurunnya kapasitas sungai,

Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan yang berasal dari erosi DAS dan erosi tanggul sungai yang berlebihan dan sedimentasi di sungai yang dikarenakan tidak adanya vegetasi penutup dan penggunaan lahan yang tidak tepat.

6. Kapasitas drainase yang tidak memadai,

Hampir semua kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga kota tersebut sering menjadi langganan banjir di musim hujan.

7. Menurunnya fungsi DAS

Kemampuan DAS, khususnya di bagian hulu untuk meresapkan air / menahan air hujan semakin berkurang yang disebabkan seperti penggundulan hutan, usaha pertanian yang kurang tepat, perluasan kota, dan perubahan tata guna lahan lainnya. Hal tersebut dapat memperburuk masalah banjir karena dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas banjir.

8. Sampah,

Ketidaksiplinan masyarakat yang membuang sampah langsung ke sungai bukan pada tempat yang ditentukan dapat mengakibatkan naiknya muka air banjir.

9. Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat,

Beberapa sistem pengendalian banjir memang dapat mengurangi kerusakan akibat banjir kecil sampai sedang, tetapi mungkin dapat menambah kerusakan selama banjir-banjir yang besar.

3.5.2 Upaya Penanggulangan Banjir

1. Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan sumur atau lubang di permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah (Kusnaedi, 2011). Ditjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum menetapkan data teknis sumur resapan air sebagai berikut :

1. Ukuran maksimum diameter sumur 1,4 meter.
2. Ukuran pipa masuk diameter 110 mm
3. Ukuran pipa pelimpah diameter 110 mm
4. Ukuran kedalaman sumur adalah 1,5 – 3 meter.
5. Jarak antara sumur resapan 5 – 10 m.
6. Jumlah satu sumur resapan dapat dirancang maksimal 3 rumah.
5. Dinding dibuat dari pasangan bata atau batako (camp. 1:4 tanpa plester).
6. Rongga sumur resapan diisi dengan batu kosong 20/20 setebal 40 cm.
7. Penutup sumur resapan dari plat beton tebal 10 cm dengan campuran 1:2:3.

Saat ini telah berkembang berbagai jenis atau model dari sumur resapan, seperti sumur resapan saluran terbuka dan tertutup. Bagi masyarakat umum, sumur resapan dapat juga dibangun di pekarangan dengan berpedoman pada SNI No.03-2453-2002 tentang Tata cara perencanaan teknik sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan.



Gambar 3.4 Contoh Penerapan Sumur Resapan (Kusnaedi, 2011)

Untuk merencanakan dimensi sumur resapan berdasarkan beberapa factor yang diuraikan diatas, dibuat beberapa metode perhitungan yang telah dikembangkan yaitu

1. Metode Sunjuto (1998)

Secara teoritis, volume dan efisien sumur resapan dapat dihiutng berdasarkan keseimbangan air yang masuk ke dalam sumur dan air yang meresap ke dalam tanah. Perumusannya dapat ditulis sebagai berikut (Wilhelmus dkk, 2016) :

$$Q = 5,5 F. K. H \tag{3.1}$$

$$H = \frac{Q}{F.K} \left[1 - e^{\left(-\frac{F.K.T}{\pi R^2} \right)} \right] \quad (3.2)$$

Keterangan :

- Q = Debit air masuk (m^3/dt)
- H = Kedalaman sumur (m)
- F = Faktor geometrik (m)
- K = Koefisien permeabilitas tanah (m / dt)
- T = Durasi hujan (dt)
- R = Jari – Jari sumur (m)

2. Metode PU

Pada Metode PU dasarnya memiliki kesamaan dengan metode Sunjoto, yaitu sangat dipengaruhi oleh curah hujan maksimum, permeabilitas tanah, dan luas bidang tanah. Pusat penelitian dan pengembangan permukiman, Departemen Pekerjaan Umum memutuskan standar tata cara perencanaan sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan yang dituangkan dalam SNI 06-2405-1991. Persamaan yang digunakan

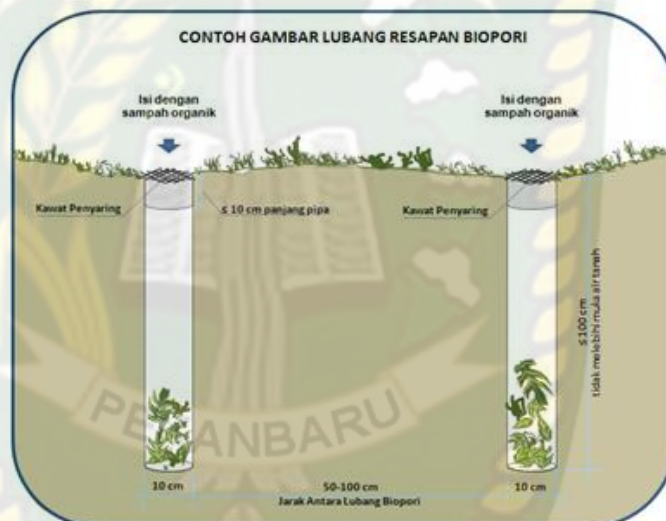
$$H = \frac{D.I. At - D.K. As}{As + D.K.L} \quad (3.3)$$

Keterangan :

- H = Kedalaman sumur (m)
- D = Durasi hujan (m)
- I = Intensitas hujan (m/jam)
- At = Luas tadahan hujan (m^2), dapat berupa atap rumah dan Permukaan tanah yang diperkeras
- K = Permeabilitas tanah (m/jam)
- L = Keliling penampang sumur
- As = Luas Penampang sumur (m^2)

2. Lubang Resapan Biopori

Lubang resapan biopori lubang yang dibuat secara tegak lurus (vertikal) ke dalam tanah, dengan diameter 10 – 25 cm dan kedalaman sekitar 100 cm atau tidak melebihi kedalaman muka air tanah. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 09 Tahun 2013 lubang biopori sendiri umumnya dibuat dengan lebar kira-kira 30 cm, jarak antar lubang sekitar 50 cm-100 cm. Secara teknis lubang biopori memiliki kesamaan dengan sumur resapan, hanya saja ukuran diameternya jauh lebih kecil. Inilah yang mungkin digunakannya istilah Biopori.



Gambar 3.5 Contoh Lubang Resapan Biopori (Kusnaedi, 2011)

3. Rain Garden (Taman Hujan)

Rain garden adalah taman dengan vegetasi yang didesain untuk mengumpulkan limpasan air hujan. *Rain Garden* merupakan salah satu infrastruktur hijau yang terbukti efektif dalam mengelola limpasan air hujan di perkotaan. Bentuknya ditengah taman terdapat cekungan memanjang ditamani tanam – tanaman.

4. Paving Block Berpori (*Porous Pavements*)

Paving block dikenal di Indonesia sebagai material bangunan untuk tujuan perkerasan permukaan lahan. Sedangkan *paving block* berpori,

adalah material perkerasan yang memiliki pori-pori, sehingga memungkinkan lebih banyak air hujan yang dapat meresap ke dalam tanah.

5. Kolam Pengumpul Air Hujan

Kolam pengumpul air hujan adalah kolam atau wadah yang dipergunakan untuk menampung air hujan yang jatuh di atap bangunan (rumah, gedung perkantoran atau industri) yang disalurkan melalui talang. Pada prinsipnya kolam ini tidak jauh berbeda dengan Kolam Detensi, yang seharusnya memiliki sistem penyaringan dan pengolahan atau penyerapan tanah, sebagaimana mengacu pada Permen PU 11/2014.



Gambar 3.6 Contoh Kolam Pengumpul Air Hujan (Kusnaedi, 2011)

6. Penampungan Air Hujan Sederhana (Tong atau Kolam Tandon)

Sistem pemanenan air hujan yang paling sederhana adalah sistem yang lazim diterapkan sejak dahulu. Wadah air hujan dapat berupa kolam, tong atau wadah sejenis lainnya dengan peruntukan sebagai tempat penampungan air hujan. Model ini pada prinsipnya tidak memiliki sistem untuk penyaringan dan sistem untuk menyerap air ke dalam tanah. Masyarakat umumnya menggunakan air hujan yang berasal dari wadah penampungan untuk keperluan mencuci atau menyiram tanaman di

halaman rumahnya. Namun, di beberapa wilayah dengan curah hujan yang rendah, masyarakatnya telah memanfaatkan air hujan sebagai salah satu sumber air minum.

3.6 Analisa Frekuensi

Menurut Suripin (2004), Sistem hidrologi terkadang dipengaruhi oleh peristiwa-peristiwa yang luar biasa (ekstrim), seperti hujan lebat, banjir dan kekeringan. Besaran peristiwa ekstrim tersebut berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya, peristiwa yang ekstrim kejadiannya sangat langka. Dalam analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis.

Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu. Terdapat 2 macam seri data yang digunakan dalam analisis frekuensi yaitu :

a. Seri data maksimum hujan tahunan

Data ini diambil setiap tahun dengan cara yakni satu besaran maksimum dianggap berpengaruh pada hasil analisis selanjutnya.

b. Seri parsial

Dengan menetapkan suatu besaran tertentu sebagai batas bawah, selanjutnya semua besaran data yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis.

Kala ulang (*return period*) merupakan waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini tidak terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut. Kala ulang rencana yang digunakan untuk desain hidrologi mengikuti standar yang berlaku seperti pada Tabel 3.2 berikut.

Dalam menganalisis frekuensi, hasil yang diperoleh tergantung pada kualitas dan panjang data. Semakin pendek data yang tersedia, makin besar penyimpangan yang terjadi.

Tabel 3.2 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota dan Luas Daerah Pengaliran

| Tipologi Kota | Catchment Area (Ha) | | | |
|-------------------|---------------------|-----------|------------|-------------|
| | <10 | 10-100 | 100-500 | >500 |
| Kota Metropolitan | 2 tahun | 2-5 tahun | 5-10 tahun | 10-25 tahun |
| Kota Besar | 2 tahun | 2-5 tahun | 2-5 tahun | 5-20 tahun |
| Kota sedang/kecil | 2 tahun | 2-5 tahun | 2-5 tahun | 5-10 tahun |

Sumber : Direktorat Jendral Cipta Karya, 2010

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah :

1. Distribusi Normal,
2. Distribusi Log Normal,
3. Distribusi Log Person III, dan
4. Distribusi Gumbel.

Parameter statistik data curah hujan yang perlu diperkirakan untuk pemilihan distribusi yang sesuai dengan sebaran data adalah sebagai berikut :

$$1. \text{ Rata-rata} \quad : \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.3)$$

$$2. \text{ Simpangan baku} \quad : s = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.4)$$

$$3. \text{ Koefisien Variansi} \quad : C_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad (3.5)$$

$$4. \text{ Koefisien skewness} \quad : C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (3.6)$$

$$5. \text{ Koefisien Kurtosis} \quad : C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \quad (3.7)$$

Keterangan :

n = jumlah data yang dianalisis,

x_i = curah hujan (mm).

Selanjutnya memilih metode distribusi yang akan digunakan dengan cara menyesuaikan parameter statistik yang didapat dari perhitungan data dengan sifat-sifat yang ada pada metode-metode distribusi seperti yang disajikan pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi

| No | Distribusi | Persyaratan |
|----|----------------|--|
| 1 | Normal | $C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$ |
| 2 | Log Normal | $C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$ |
| 3 | Gumbel | $C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$ |
| 4 | Log Person III | Selain nilai di atas |

Sumber : Triadmodjo, 2008

1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut pula distribusi Gauss. PDF (*probability density function*) distribusi normal ini dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan bakunya, sebagai berikut:

$$P(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\eta)^2}{2\sigma^2}} \quad (3.6)$$

Keterangan :

$P(X)$ = Peluang terjadinya x

π = 3,14159

e = 2,71828

X = Variabel acak kontinyu

μ = Rata-rata nilai X

σ = Deviasi standar dari nilai X

Dalam pemakaian praktis digunakan rumus umum, sebagai berikut :

$$X_t = X + (k + s) \quad (3.8)$$

Keterangan :

- X_t = Perkiraan nilai x yang diharapkan terjadi dengan periode ulang tahun
- X = Nilai rata-rata hitung varian X
- S = Deviasi standar nilai varian X
- K = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang

2. Distribusi Log-Normal

Distribusi log normal digunakan apabila nilai dari variabel random tidak mengikuti distribusi normal, tetapi nilai logaritmanya memenuhi distribusi normal. Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan metode ini adalah sebagai berikut :

$$\log X_i = \log X_{rt} + (S \log X_{rt} \times K) \quad (3.9)$$

Keterangan :

- X_i = besarnya curah hujan yang mungkin terjadi dengan periode ulang X tahun (mm)
- S = standar deviasi data hujan maksimum tahunan
- X_{rt} = curah hujan rata-rata (mm)
- k = nilai karakteristik dari distribusi Log-Normal, yang nilainya tergantung dari koefisien variasi

3. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel umumnya digunakan untuk analisis data ekstrim, misalnya untuk analisis frekuensi banjir. Rumus-rumus yang digunakan

untuk menentukan curah hujan rencana menurut metode Gumbel adalah sebagai berikut:

$$X_i = X_{rt} + (S + k) \quad (3.10)$$

Keterangan :

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

X_{rt} = nilai tengah sampel (mm)

S = standar deviasi sampel.

k = faktor frekuensi.

Faktor frekuensi k didapat dengan menggunakan rumus :

$$k = \frac{Y_{cr} - Y_n}{S_n} \quad (3.11)$$

Keterangan :

Y_n = harga rata-rata *reduced mean*

S_n = *reduced Standar deviation*

Y_{tr} = *reduced variate*

4. Distribusi Log person III

Distribusi Log Person III memiliki tiga parameter penting, yaitu harga rata rata, simpangan baku dan koefisien asimetri (*skewness*). Jika koefisien asimetri sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi normal. Berikut adalah perhitungan yang digunakan pada distribusi Log Person III (Suripin,2004) :

1. Ubah data kedalam bentuk logaritma,

$$\text{Log } X_i = \text{Log } (X_i) \quad (3.12)$$

2. Hitung harga rata-rata logaritma,

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log R_i \quad (3.13)$$

3. Hitung harga simpangan baku,

$$S_{\text{Log}X} = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\text{Log}x_i - \text{Log}\bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (3.14)$$

4. Hitung koefisien *skewness* (kemencengan),

$$C_{S\text{Log}X} = \frac{n}{(n-1)(n-2)(n-3)(S \log x)^3} \sum_{i=1}^n (\text{Log}x_i - \text{Log}\bar{x})^3 \quad (3.15)$$

5. Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus berikut :

$$\text{Log } X_T = \text{Log}\bar{X} + K.S \quad (3.16)$$

Keterangan :

K = variabel standar untuk X yang besarnya tergantung Cs

X_T = hujan kala ulang T tahun

Dalam menentukan nilai K biasanya digunakan dengan interpolasi, adapun rumus interpolasi adalah sebagai berikut :

$$K = K_0 + \left[\frac{K_T + K_0}{C_{S_T} - C_{S_0}} \right] x (C_S - C_{S_0}) \quad (3.17)$$

Keterangan :

K = nilai K yang dicari

K_0 = nilai K pada awal nilai yang sudah ada

K_T = nilai K pada akhir nilai yang sudah ada

C_S = nilai Koefisien skewness yang dicari

C_{S_0} = nilai Koefisien skewness pada awal yang sudah ada

C_{S_T} = nilai Koefisien skewness pada akhir yang sudah ada

Tabel 3.4 Harga K Untuk Distribusi Log Pearson III

| Koef,Cs | Interval kejadian (<i>Recurrence Interval</i>), tahun (periode ulang) | | | | | | |
|------------|---|--------|--------|------|------|-------|-------|
| | 1.0101 | 1.25 | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 |
| | Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>) | | | | | | |
| | 99 | 80 | 50 | 20 | 10 | 4 | 2 |
| 3 | -0.667 | -0.636 | -0.396 | 0.42 | 1.18 | 2.278 | 3.152 |
| 2.8 | -0.714 | -0.666 | -0.384 | 0.46 | 1.21 | 2.275 | 3.114 |

Tabel 3.4 (Lanjutan)

| | | | | | | | |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| 2.6 | -0.769 | -0.696 | -0.368 | 0.499 | 1.238 | 2.267 | 3.071 |
| 2.4 | -0.832 | -0.725 | -0.351 | 0.537 | 1.262 | 2.256 | 3.023 |
| 2.2 | -0.905 | -0.752 | -0.33 | 0.574 | 1.284 | 2.24 | 2.97 |
| 2 | -0.99 | -0.777 | -0.307 | 0.609 | 1.302 | 2.219 | 2.192 |
| 1.8 | -1.087 | -0.799 | -0.282 | 0.643 | 1.318 | 2.193 | 2.848 |
| 1.6 | -1.197 | -0.817 | -0.254 | 0.675 | 1.329 | 2.163 | 2.78 |
| 1.4 | -1.318 | -0.832 | -0.225 | 0.705 | 1.337 | 2.128 | 2.706 |
| 1.2 | -1.449 | -0.844 | -0.195 | 0.732 | 1.34 | 2.087 | 2.626 |
| 1 | -1.588 | -0.852 | -0.164 | 0.758 | 1.34 | 2.043 | 2.542 |
| 0.8 | -1.733 | -0.856 | -0.132 | 0.78 | 1.336 | 1.993 | 2.453 |
| 0.6 | -1.88 | -0.857 | -0.099 | 0.8 | 1.328 | 1.939 | 2.359 |
| 0.4 | -2.029 | -0.855 | -0.066 | 0.816 | 1.317 | 1.88 | 2.261 |
| 0.2 | -2.178 | -0.85 | -0.033 | 0.83 | 1.301 | 1.818 | 2.159 |
| 0 | -2.326 | -0.842 | 0 | 0.842 | 1.282 | 1.751 | 2.051 |
| -0.2 | -2.472 | -0.83 | 0.033 | 0.85 | 1.258 | 1.68 | 1.945 |
| -0.4 | -2.615 | -0.816 | 0.066 | 0.855 | 1.231 | 1.606 | 1.834 |
| -0.6 | -2.755 | -0.8 | 0.099 | 0.857 | 1.2 | 1.528 | 1.72 |
| -0.8 | -2.891 | -0.78 | 0.132 | 0.856 | 1.166 | 1.448 | 1.606 |
| -1 | -3.022 | -0.758 | 0.164 | 0.852 | 1.128 | 1.366 | 1.492 |
| -1.2 | -2.149 | -0.732 | 0.195 | 0.844 | 1.086 | 1.282 | 1.379 |
| -1.4 | -2.271 | -0.705 | 0.225 | 0.832 | 1.041 | 1.198 | 1.27 |
| -1.6 | -2.388 | -0.675 | 0.254 | 0.817 | 0.994 | 1.116 | 1.166 |
| -1.8 | -3.499 | -0.643 | 0.282 | 0.799 | 0.945 | 1.035 | 1.069 |
| -2 | -3.605 | -0.609 | 0.307 | 0.777 | 0.895 | 0.959 | 0.98 |
| -2.2 | -3.705 | -0.574 | 0.33 | 0.752 | 0.844 | 0.888 | 0.9 |
| -2.4 | -3.8 | -0.537 | 0.351 | 0.725 | 0.795 | 0.823 | 0.83 |
| -2.6 | -3.889 | -0.49 | 0.368 | 0.696 | 0.747 | 0.764 | 0.768 |
| -2.8 | -3.973 | -0.469 | 0.384 | 0.666 | 0.702 | 0.712 | 0.714 |
| -3 | -7.051 | -0.42 | 0.396 | 0.636 | 0.66 | 0.666 | 0.666 |

Sumber : Triadmodjo, 2008

3.7 Uji Kecocokan

Uji kecocokan untuk mencari distribusi yang sesuai digunakan dalam melakukan analisa distribusi frekuensi data curah hujan. Cara menentukan kecocokan (*the goodness of fit*) distribusi frekuensi empiris dari sampel data terhadap fungsi distribusi frekuensi teoritis yang diperkirakan dapat

menggambarkan atau mewakili distribusi empiris tersebut, diperlukan pengujian statistik.

Uji kecocokan digunakan untuk melakukan uji kecocokan suatu data hujan pada suatu kawasan DAS yakni uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov dan uji kecocokan Chi-Kuadrat. Setelah diperoleh hasil dari distribusi frekuensi maka perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi frekuensi sebagai berikut:

3.7.1 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov juga disebut uji kecocokan non parametik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Uji ini akan membandingkan nilai dari ΔP perhitungan (ΔP_i) dengan nilai ΔP kritis. Nilai tersebut dibandingkan dan akan ditentukan $\Delta P_i < \Delta P$ kritis, jika “ya” artinya distribusi yang dipilih dapat diterima, demikian sebaliknya.

Uji kecocokan smirnov kolmogorov diperoleh dengan menghitung probabilitas untuk masing-masing data hujan menggunakan Persamaan sebagai berikut:

$$P(X_m) = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

(3.18)

Keterangan :

$P(X_m)$ = probabilitas empiris (%)

m = nomor urut data dari seri data yang telah disusun

n = banyak data

Selanjutnya mencari harga mutlak perbedaan maksimum antara distribusi empiris $P(X_m)$ dengan distribusi teoritis $P'(X_m)$:

$$D_{max} = \text{maksimum} (P(X_m) - P'(X_m)) \quad (3.19)$$

Apabila nilai $D_{max} \leq D_{kritis}$, maka distribusi teoritis dapat diterima dan bila terjadi sebaliknya maka distribusi teoritis tidak dapat diterima.

3.7.2 Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat bertujuan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang telah dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ_h^2 , yang dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad (3.20)$$

Keterangan :

- χ_h = parameter chi-kuadrat terhitung,
- G = jumlah sub kelompok,
- O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i,
- E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i.

Langkah-langkah pengujian uji chi-kuadrat adalah sebagai berikut:

- a. $K = 1 + 3,322 \log n$, (3.21)
- b. Memasukkan anggota atau nilai-nilai data ke kelas yang bersangkutan,
- c. Menghitung nilai-nilai pengamatan yang ada dalam kelas (O_i),
- d. Menentukan E_i yaitu banyaknya data (n) yang dibagi dengan banyaknya kelas,
- e. Menentukan derajat kebebasan (dk), dengan $dk = K - R - 1$ (3.22)
(nilai R = 2, untuk distribusi normal dan binomial dan R = 1 untuk distribusi Poisson),
- f. Menentukan nilai χ_{cr}^2 . Jika nilai $\chi_h^2 < \chi_{cr}^2$, maka distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima.
- g. Nilai Kritis Uji Chi-Kuadrat (χ_{cr}^2) dapat dilihat pada lampiran ke III

3.8 Analisa Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air per-satuan waktu. Sifat umum intensitas hujan adalah makin singkat hujan berlangsung maka intensitasnya makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi intensitasnya (Kustamar, 2019).

Perencanaan sistem drainase memerlukan perkiraan debit puncak pada daerah tangkapan kecil dengan cara menganalisa grafik/lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF) atau hubungan antara intensitas hujan dengan durasi dan frekuensi. Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF. Selanjutnya, berdasarkan data hujan jangka pendek tersebut lengkung IDF dapat dibuat dengan salah satu dari beberapa persamaan beantara lain rumus Talbot, Sherman dan Ishiguro.

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat di hitung dengan rumus Mononobe. Adapun rumus tersebut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.23)$$

Keterangan :

I = intensitas hujan (mm/jam),

t = lamanya hujan (jam),

R₂₄ = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam)(mm).

3.9 Menentukan Debit Puncak dengan Metode Rasional

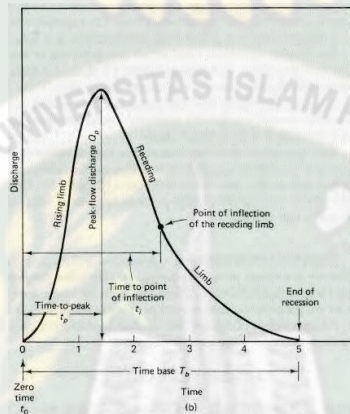
Metode rasional USSCS (1973) berdasarkan asumsi bahwa hujan yang terjadi memiliki intensitas seragam dan merata diseluruh DPS selama paling sedikit dengan waktu kosentrasi (t_c) DAS. Pada sistem aliran, laju masukan adalah hasil dari curah hujan dengan intensitas pada suatu DAS dengan luasan, sedang nilai perbandingan antara laju masukan dengan laju debit puncak (Q_p) yang terjadi saat mencapai waktu konsentrasi (t_c) dinyatakan sebagai koefisien limpasan (C) dimana nilainya 0 sampai 1 detik. Artinya bahwa curah hujan selama satu jam dengan intensitas hujan 1 mm/jam di daerah seluas 1 ha menghasilkan Q_p sebesar 0,02778 m³/dt yang melimpas merata selama satu jam, sehingga dapat disajikan dibawah ini (Suripin, 2004).

Metode rasional dinyatakan dengan rumus:

$$Q_p = 0,02778 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (3.24)$$

Keterangan :

- Q_p = debit puncak (m³/detik),
- C = koefisien pengaliran,
- I = intensitas hujan (mm/jam),
- A = luas daerah (hektar).



Gambar 3.7 Grafik Debit Puncak (Suripin, 2004)

Koefesien aliran permukaan (C) suatu koefesian yang menjadi perbandingan besarnya jumlah air yang dialirkan oleh suatu jenis permukaan terhadap jumlah air yang ada. Faktor mempengaruhi C adalah, laju infiltrasi, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah dan intensitas hujan. Jika DPS terdiri dari berbagai macam penggunaan lahan koefisien aliran permukaan berbeda, maka C yang dipakai adalah koefisien DPS dapat dihitung dengan persamaan:

$$C_{Komposit} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (3.25)$$

- Keterangan :
- A_i = luas lahan dengan jenis penutup tanah *i*,
 - C_i = koefisien aliran permukaan jenis penutup tanah *i*,
 - n = jumlah jenis permukaan tanah

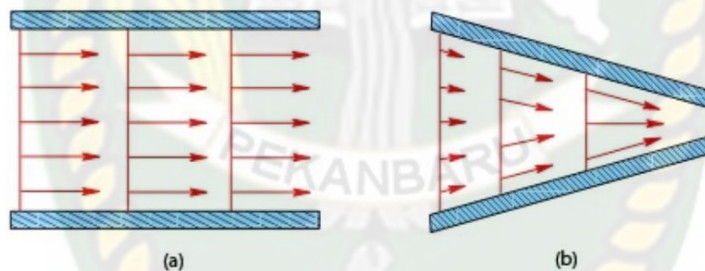
3.10 Analisa Hidrolika

Dalam analisa hidrolika terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan yaitu tipe aliran, kecepatan aliran dan tinggi jagaan. Selain itu terdapat program bantu / *software* yang dapat mempermudah perhitungan drainase.

3.10.1 Tipe Aliran

Saluran drainase merupakan aliran terbuka yakni aliran dimana muka air mempunyai tekanan sama dengan tekanan atmosfer. Suripin (2004) menggolongkan aliran terbuka menjadi berbagai tipe berdasarkan perubahan kedalaman aliran sesuai dengan ruang dan waktu.

1. Aliran seragam (*uniform flow*), bila kedalaman air di sepanjang saluran sama.
2. Aliran tidak seragam (*nonuniform flow*), bila kedalaman air di sepanjang saluran yang ditinjau tidak sama.



Gambar 3.7 Kondisi Aliran Seragam dan Tidak Seragam (McDonough, 2009)

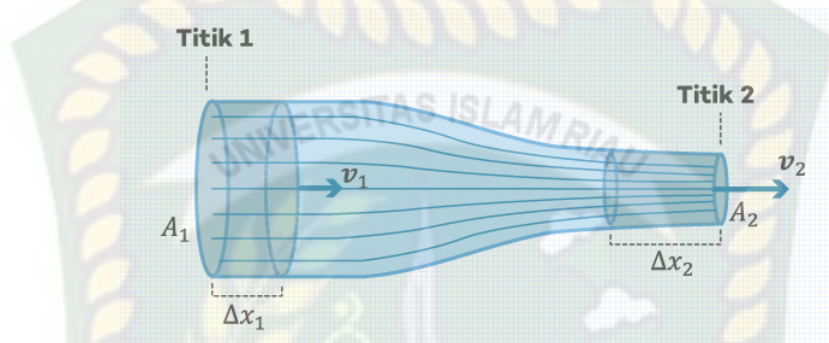
Berdasarkan waktu, tipe aliran dibedakan atas:

1. Aliran tetap (*steady flow*), bila kedalaman air tidak berubah atau dianggap tetap dalam kurun waktu tertentu.
2. Aliran tidak tetap (*unsteady flow*), bila kedalaman aliran berubah sesuai dengan waktu.

Untuk mempermudah dalam penyelesaian persamaan aliran maka aliran dalam drainase dianggap mempunyai tipe aliran seragam. Sifat-sifat seragam adalah:

- a. Kedalaman aliran (H), luas penampang basah (A), kecepatan aliran (V) dan debit aliran (Q) selalu tetap pada setiap penampang saluran.
- b. Garis Energi dan Dasar Saluran selalu Sejajar.

Dalam sebagian persoalan aliran seragam, berdasarkan pertimbangan, maka debit dianggap tetap di sepanjang bagian saluran yang lurus atau aliran bersifat kontinu, sehingga dapat ditunjukkan dengan persamaan kontinuitas:



Gambar 3.8 Persamaan Kontinuitas (McDonough, 2009)

$$Q = A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2 \quad (3.26)$$

Keterangan :

- Q = debit saluran (m³/detik)
- A₁ = luas penampang pertama (m²)
- A₂ = luas penampang kedua (m²),
- V₁ = kecepatan aliran pertama (m/dtk).
- V₂ = kecepatan aliran kedua (m/dtk).

3.10.2 Kecepatan Aliran

Rumus kecepatan aliran ada 3 buah yang diketahui yaitu:

1. Rumus Chezy

$$V = C\sqrt{RS} \quad (3.27)$$

2. Rumus Strickler

$$V = k_s R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (3.28)$$

3. Rumus Manning

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \tag{3.29}$$

Keterangan :

- V = kecepatan aliran (m/dtk),
- R = jari-jari hidrolis (m),
- A = luas basah (m²),
- P = keliling basah (m),
- S = kemiringan dasar saluran (%),
- C = koefisien kekasaran Chezy,
- k_s = koefisien kekasaran Strickler,
- n = koefisien kekasaran Manning.

Pada saluran alam maupun buatan sering ditemui bahwa kekasaran dinding saluran berbeda dengan kekasaran dasar saluran. Untuk menghitung kekasaran komposit ditinjau daerah pengaruh masing-masing. Sehingga kakasaran komposit dapat dihitung dengan rumus:

$$n_{co} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (n_i^{3/2} \times P_i)}{P_{co}} \right)^{2/3} \tag{3.30}$$

Keterangan :

- n_{co} = koefisien manning komposit,
- P_{co} = keliling basah komposit

Tabel 3.5 Harga Koefisien Manning Pada Saluran Drainase

| <i>Channel Type</i> | <i>Manning (n)</i> |
|-----------------------------|--------------------|
| <i>Line Channels</i> | |
| <i>Asphalt</i> | 0,013 - 0,017 |
| <i>Brick</i> | 0,012 - 0,018 |
| <i>Concrete</i> | 0,011 - 0,020 |
| <i>Rubble or riprap</i> | 0,020 - 0,035 |
| <i>Vegetal</i> | 0,030 - 0,040 |
| <i>Excavated or dredged</i> | |

Tabel 3.5 (Lanjutan)

| | |
|---|---------------|
| <i>Earth, straight and uniform</i> | 0,020 - 0,030 |
| <i>Earth, winding, fairly uniform</i> | 0,025 - 0,040 |
| <i>Rock</i> | 0,030 - 0,045 |
| <i>Unmaintained</i> | 0,050 - 0,140 |
| <i>Natural Channels (minor streams, top width at flood stage < 100 ft)</i> | |
| <i>Fairly regular section</i> | 0,030 - 0,070 |
| <i>Irregular section with pools</i> | 0,040 - 0,100 |

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2006

3.10.3 Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan suatu saluran adalah jarak dari puncak saluran ke permukaan air pada kondisi rencana. Jarak ini harus cukup untuk mencegah kenaikan muka air ke tepian saluran. Tinggi jagaan minimum pada saluran primer dan sekunder dikaitkan dengan debit rencana saluran. Untuk menentukan tinggi jagaan dapat di lihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Tinggi Jagaan

| Debit Aliran (m³/detik) | Tinggi Jagaan (m) |
|---|--------------------------|
| <0.5 | 0,40 |
| 0.5 – 1.5 | 0,50 |
| 1.5 – 5.0 | 0,60 |
| 5.0 – 10.0 | 0,75 |
| 10.0 – 15.0 | 0,85 |
| >15.0 | 1,00 |

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2006

3.10.4 Software EPA SWMM 5.1

Dalam pengaplikasian analisis hidrolika dibidang mengatasi genangan atau banjir ada beberapa *software* yang bisa digunakan yaitu HEC-HMS, HEC-RAS dan EPA SWMM. Dalam penelitian ini digunakan *software* EPA SWMM 5.1. Menurut Rosman dan Huber (2016), *Storm Water Management Model (SWMM)* merupakan model simulasi hujan aliran (*rainfall-runoff*) digunakan untuk simulasi kuantitas maupun kualitas limpasan permukaan dari daerah perkotaan. Limpasan

permukaan dihasilkan dari daerah tangkap hujan yang menerima hujan. Beban limpasan permukaan tersebut kemudian dialirkan melalui sistem saluran pada pipa, saluran terbuka, tampungan, pompa, dan sebagainya. SWMM menghitung kuantitas dan kualitas limpasan dari daerah tangkapan hujan, dan debit aliran, kedalam aliran, dan kuantitas air disetiap pipa dan saluran selama periode simulasi.

Berikut tampilan dalam persiapan Software EPA SWMM 5.1. Persiapan dilakukan guna mengatur tampilan suatu objek input program EPA SWMM 5.1.

1. Tampilan Utama Software EPA SWMM 5.1

Keterangan nomor pada *interface* tampilan utama EPA SWMM 5.1.

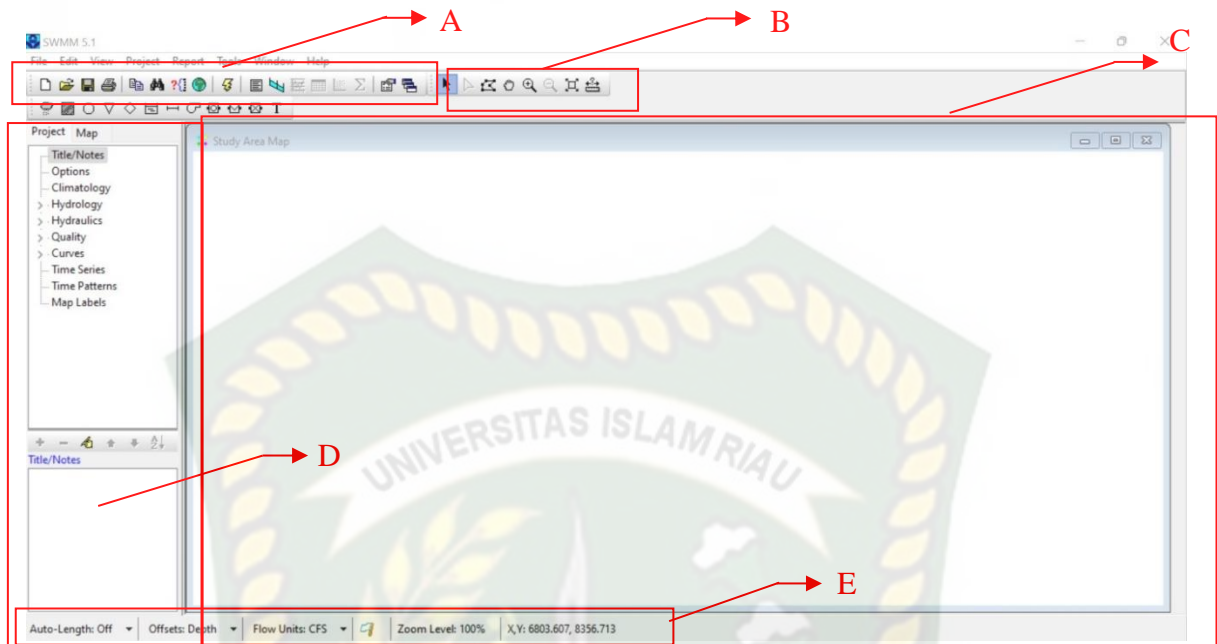
- A : *Main menu* (Menu Utama)
- B : *Toolbars* (komponen item untuk mengedit)
- C : *Study Area Map* (Lembar Kerja)
- D : *Data / Map Browser* (Informasi data yang di input)
- E : *Status Bar* (Keterangan data yang dipilih)

2. Cara Input Data Pada Pemograman EPA SWMM 5.1

Untuk perhitungan mendesain ulang drainase dengan *software* EPA SWMM 5.1, dibutuhkan data primer dan data sekunder. Yang mana data primer berupa dimensi saluran dilapangan dan pola aliran sungai berfungsi dalam menentukan *catchment area* serta ukuran drainase yang akan di *trial and error* menggunakan EPA SWMM 5.1. Sedangkan dibutuhkan data sekunder berupa data curah hujan dan tata guna lahan berfungsi sebagai perhitungan hidrologi yang mana data hasil perhitungan hidrologi akan di input kembali dalam perhitungan hidrolika menggunakan *software* EPA SWMM 5.1 . Cara menentukan data input yang akan digunakan dalam *software* EPA SWMM 5.1 adalah sebagai berikut :

1. Area

Mencari nilai area (luasan daerah) digunakan *software Google Earth*, cara menentukan yakni dengan klik “*properties*” pada *subcatchment* yang dipilih kemudian pilih opsi “*area*”.



Gambar 3.9 Tampilan Utama EPA SWMM 5.1

2. *Width*

Menentukan *Width* dengan men-klik “*add patch*” pada program *software Google Earth*. Klik pada *subcatchment*, tentukan titik yang diinginkan, *Width* dapat dilihat pada *measurement*. Lakukan sebanyak 3 kali atau lebih untuk mencari rata-rata lebarnya.

3. % *Slope*

Menentukan % *slope* dengan cara beda elevasi pada batas *subcatchment* lalu dibagi panjang saluran setaip *subcatchment* kemudian dikalikan 100%.

$$\text{\% Slope}_{\text{subcatchment}} = \frac{\text{Elevasi Akhir (m)} - \text{Elevasi Awal (m)}}{\text{Panjang Subcatchment (m)}} \times 100\% \quad (3.31)$$

4. % *Impervious*

Menentukan % *impervious* dengan menentukan tata guna lahan yang ada pada masing-masing *subcatchment* kemudian memilih nilai % *impervious* yang sesuai dengan tata guna lahan berdasarkan Tabel 3.6.

5. *N-Impervious* dan *N-pervious*

Menentukan nilai *N-Impervious* dan *N-pervious* berdasarkan pada Tabel 3.7.

6. *Defression Storage (D-Store Impervious dan D-Store Pervious)*

Cara menentukan nilai *defression storage* didasarkan pada Tabel 3.8.

7. *Infiltrasi*

Infiltrasi yang digunakan adalah model *Curve Number* yang mana nilai dari parameter inputnya didapat pada Tabel 3.9.

8. *% Zero Impervious*

Persentasi area yang kedap air yang tidak menampung air (*defression storage*), memiliki nilai rekomendasi sebesar 10 %.

9. *Node Invert*

Nilai elevasinya dapat diperoleh dari pengukuran langsung dilapangan.

10. *Conduit Length*

Adalah jarak atau panjang dari *junction 1* menuju *junction 2*, sampai *junction* terakhir menuju *out*, dan cara menentukannya dengan pengukuran langsung ke lapangan.

11. *Shape (Conduit Geometry)*

Conduit geometry adalah tipe saluran.

12. *Max Depth*

Kedalaman didapat dari kegiatan survei dengan melakukan pengukuran secara manual.

13. *Conduit Roughness*

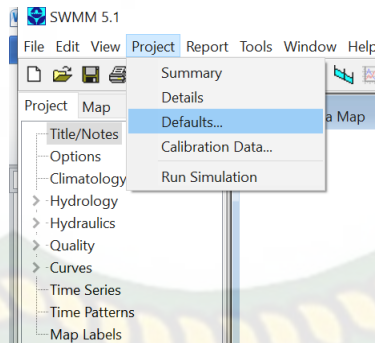
Nilai Koefisien kekasaran saluran yang dapat dilihat pada tabel hasil analisis perhitungan.

3. Langkah dalam mengaplikasikan EPA SWMM 5.1 adalah sebagai berikut :

1. *File* lalu *New*

2. *Project* pilih *Defaults*

Untuk membuka data yang nantinya akan dimasukkan dapat dilihat Gambar 3.10



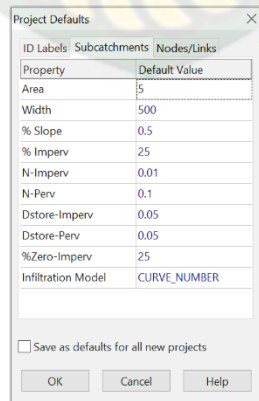
Gambar 3.10 Pengaturan *software* EPA SWMM 5.1

Selanjutnya diberi penamaan sesuai informasi data yang akan diinput dapat dilihat



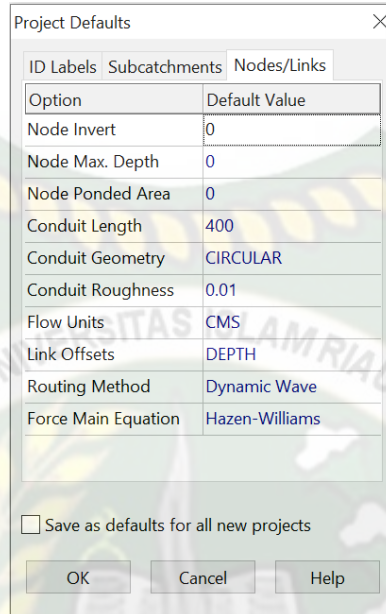
Gambar 3.11 Penamaan objek pada EPA SWMM 5.1

Setelah diberi penamaan / simbol lalu input data untuk membuat *subcatchment* pada EPA SWMM 5.1, dapat dilihat pada Gambar 3.12.



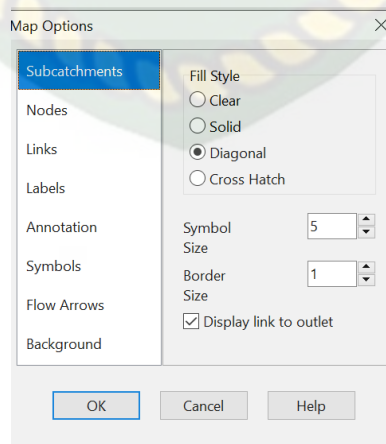
Gambar 3.12 Memasukkan data untuk *subcatchments* pada EPA SWMM 5.1

Langkah selanjutnya memasukkan data untuk *node/link* dapat dilihat pada Gambar 3.13.



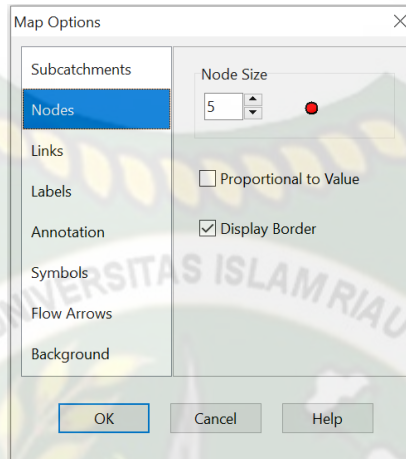
Gambar 3.13 Memasukkan data untuk *node/link* pada EPA SWMM 5.1

3. Klik *save* lalu *Ok*, selanjutnya memasukkan data dilapangan dan di *running*.
4. *Tools >> Map Display Options*
 - a. *Subcatchment* = *Fill style : Diagonal*
Symbol size : 5
Border Size : 1
 - b. *Nodes* = *Nodes size : 5*



Gambar 3.14 Tampilan *Map Options* klik *Subcatchment*

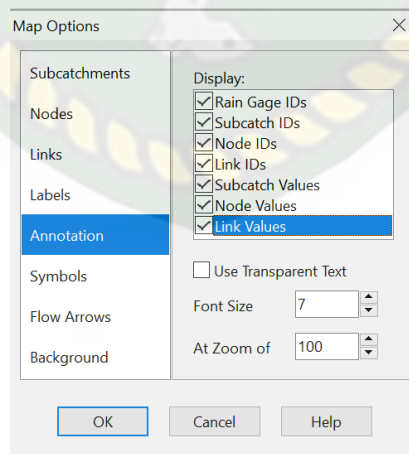
Setelah data sudah diinput, selanjutnya memasukkan ukuran simbol dan ukuran bingkai pada subcatchment yang dapat dilihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Tampilan *Map Options* klik *Nodes*

Lalu, pilih simbol yang akan ditampilkan pada *subcatchment* layar kerja pada EPA SWMM 5.1 dapat dilihat pada Gambar 3.16.

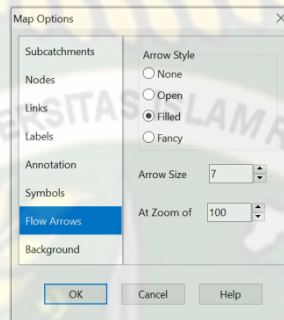
- c. *Annotation* = *Subcatch*
- Nodes*
- Links*



Gambar 3.16 Tampilan *Map Options* klik *Annotation*

Setelah simbol untuk tampilan subcatchment sudah dipilih maka tandai centang pada semua options agar dapat ditampilkan, serta ubah ukuran sesuai standar agar mudah dalam menganalisis pada layar kerja tampilan EPA SWMM 5.1, Berikut dapat dilihat pada Gambar 3.17.

d. *Flow arrows* = *Arrow style : Filled*
Arrow size : 7








Gambar 3.17 Tampilan *Map Options* klik *Flow arrows*

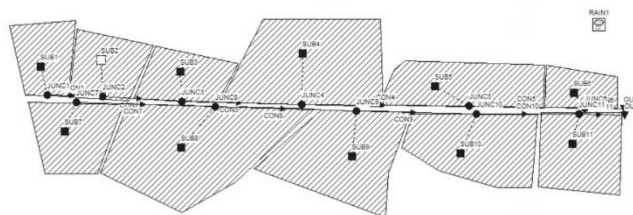
Kemudian klik **OK**

5. Kemudian lihat pada monitor bagian kiri bawah paling ujung ada keterangan “*Auto-length on*” diganti dengan “*Auto-length off*”

6. Kemudian mulai membuat *Subcatchment* dengan cara sebagai berikut:

Select view >> toolbars >> object. Hasilnya running subcatchment dapat dilihat pada Gambar 3.18.

- a. Klik  untuk menggambar *Subcatchment* (S)
- b. Klik  untuk menggambar *Junction* (J)
- c. Klik  untuk membuat titik pembuangan (*Out*)
- d. Klik  untuk membuat garis antara J1-J2-J3-Out 1 yang nantinya akan menjadi garis *Conduit* (C)
- e. Klik  untuk membuat *gage* 1 atau simulasi hujan buatan.

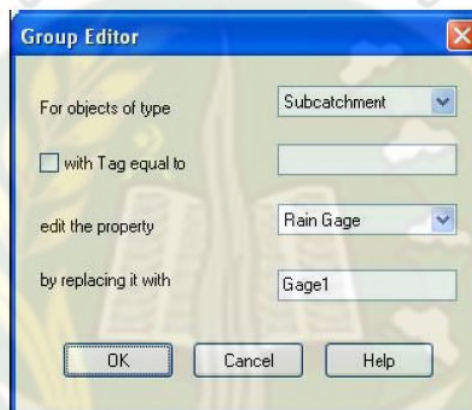


Gambar 3.18 Tampilan Setelah Pembuatan *Subcatchment*

7. Memasukkan data untuk proses selanjutnya yaitu:


- a. *Double* klik pada objek (S1) atau klik kanan pada (S1) kemudian pilih “properties” kemudian mulai memasukkan data sesuai dengan tabel 4.5
- b. Dilanjutkan pada S2 dengan cara yang sama seperti memasukkan data pada S1
- c. *Select edit >> select all* kemudian *edit >> group edit*

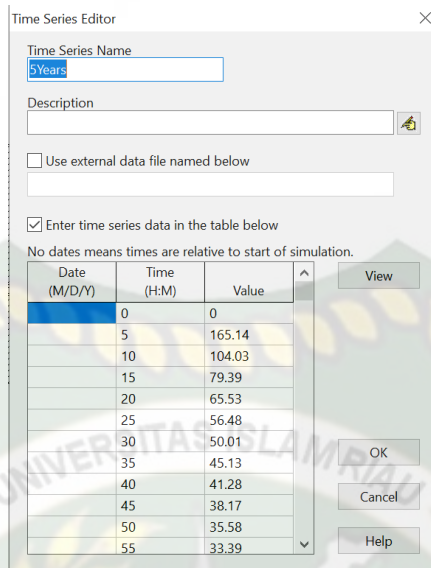
Kemudian klik “OK”, selanjutnya akan muncul sebuah pertanyaan dan diminta menjawab “yes” or “no”, pilihan diambil “yes”



Gambar 3.19 Grup *edit* pada EPA SWMM 5.1

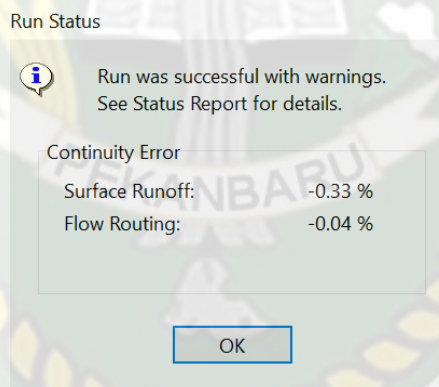
- d. *Double* klik pada *Junction* dan *Conduit*, kemudian masukkan data.
- e. Kemudian *double klik* pada gage 1 dapat dilihat pada Gambar 3.19.
Rain format: Intensity, rain internal: 0:15, data source : Time Series, series name : TSI
- f. Dari data *categories*

Pilih “*Time series*”, kemudian klik  dan masukkan data intensitas sesuai dengan tabel dapat dilihat pada Gambar 3.20.



Gambar 3.20 Time series editor

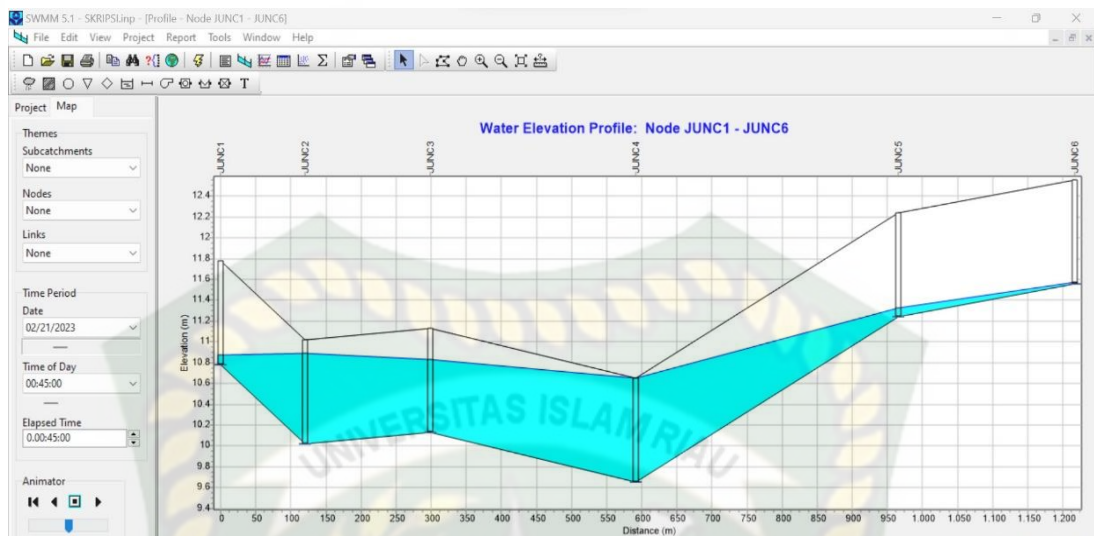
- g. *Select File* >> *save as*
- h. *Select Project* >> *Run Simulation*. Dapat dilihat pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21 Tampilan *running* berhasil

4. Hasil *Running Software* EPA SWMM 5.1

Berdasarkan hasil *running software* EPA SWMM 5.1 akan diketahui titik posisi terjadi banjir sehingga akan dilakukan perubahan dimensi maupun geometri saluran pada simulasi EPA SWMM 5.1. Perubahan dimensi dilakukan dengan simulasi dengan perubahan ukuran atau bentuk drainase sampai tidak ada lagi terjadi genangan/banjir dapat dilihat pada Gambar 3.22.



Gambar 3.22 Simulasi Hasil *Running* dengan Program EPA SWMM 5.1

3.10.5 Komponen pada *Software* EPA SWMM 5.1

A. *Rain Gage*

Rain gage adalah pemodelan yang mewakili curah hujan yang akan mensuplai area studi. Data hujan yang digunakan adalah data curah hujan yang telah diolah terlebih dahulu sehingga didapatkan format yang diinginkan. Beberapa format curah hujan dapat digunakan dalam simulasi ini.

1. Intensitas curah hujan yaitu jumlah hujan rata-rata dalam satuan waktu tertentu,
2. Volume curah hujan yaitu jumlah hujan yang tercatat pada pengukur hujan dalam waktu tertentu.

Curah hujan kumulatif yaitu jumlah curah hujan yang terjadi dari hujan mulai turun hingga berhenti. Data masukkan curah hujan adalah tipe data hujan (intensitas, volume, kumulatif), interval pencatatan curah hujan (60 menit, 15 menit, 5 menit, dan lain-lain), sumber dari data hujan, nama sumber data hujan.

B. Subcatchment

Subcatchment atau disebut juga sub daerah pengaliran adalah salah satu unit hidrologi dipermukaan tanah yang mempunyai tofografi dari elemen sistem drainase internal yang mengalirkan limpasan permukaan ke suatu titik *outlet*.

Subcatchment dapat dibagi menjadi bagian *pervious subarea* dan *impervious subarea*, dimana limpasan dapat mengalami infiltrasi jika melewati *pervious subarea* tetapi tidak terjadi jika melewati *impervious subarea*. Limpasan dapat mengalir dari satu *subarea* ke *subarea* lainnya atau mengalir bersama ke satu titik *outlet*. Infiltrasi air hujan pada *subcatchment* dengan *pervious area* dapat didiskripsikan dengan tiga model yang berbeda yaitu model infiltrasi *Horton*, model infiltrasi *Green-Ampt*, model infiltrasi *SCS Curve Number*

Masukkan parameter lain untu *Subcatchment* adalah :

1. Area

Area merupakan daerah *subcatchment* yang dipakai untuk pengukuran daerah resapan air, *area* dapat juga disebut sebagai luasan daerah.

2. Width

Width adalah lebar *subcatchment* , dapat dicari dengan men-klik “*add path*” pada *software* Google Earth. Klik pada *subcatchment*, tentukan titik yang diinginkan, nilai *width* dapat dilihat pada *measurement*. Lakukan sebanyak 3 kali atau lebih, untuk mencari rata-rata lebarnya.

3. % Slope

% Slope adalah kemiringan sungai atau drainase disetiap *subcatchment*. Cara menentukan *% slope* dengan cara beda elevasi pada batas *subcatchment* dibagi panjang saluran setiap *subcatchment* kemudian dikalikan 100%.

4. % Impervious

% Impervious adalah daerah atau suatu bagian dari daerah yang kedap air (tidak dapat menyerap air), misalnya jalan beraspal, rumah tempat tinggal, perkantoran, dan lain-lain. Menentukan persentase *impervious* subarea berdasarkan Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6 Nilai % *Impervious*

| <i>Land Use Or Surface Characteristic</i> | <i>Percentage Impervious</i> |
|---|------------------------------|
| <i>Business</i> | |
| <i>Comercial Area</i> | 95 |
| <i>Neighborhood Are</i> | 85 |
| <i>Resendential</i> | |
| <i>Singgle-family</i> | * |
| <i>Multi unit (detached)</i> | 65 |
| <i>Multi unit (attached)</i> | 75 |
| <i>Haif acre lot or larger</i> | * |
| <i>Apartment</i> | 80 |
| <i>Industrial</i> | |
| <i>Light area</i> | 80 |
| <i>Heavy area</i> | 90 |
| <i>Park, cemeteries</i> | 5 |
| <i>Playground</i> | 10 |
| <i>School</i> | 50 |
| <i>Railroad yard area</i> | 15 |
| <i>Historic flow analysis</i> | 2 |
| <i>Greenbelt, agricultural</i> | 2 |
| <i>Off site flow analysis when land use not defined</i> | 45 |
| <i>Street</i> | |
| <i>Paved</i> | 100 |
| <i>Gravel</i> | 40 |
| <i>Drive and walks</i> | 90 |
| <i>Roofs</i> | 90 |

Sumber : *Unites States Environmental Protection Agency, 1971*

5. *N-Impervious* dan *N-Pervious*

N-impervious adalah koefisien Manning untuk daerah yang kedap air dan *N-pervious* adalah koefisien Manning untuk daerah yang tidak kedap air. Menentukan bilangan Manning untuk aliran permukaan dalam hal ini adalah menentukan nilai *N-Impervious* dan *N-pervious* yang dapat dilihat pada Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3.8 Nilai koefisien kekasaran Manning (n) Tutupan Lahan

| <i>Surface</i> | N |
|----------------------------------|----------|
| <i>Smooth asphalt</i> | 0,011 |
| <i>Smooth concrete</i> | 0,012 |
| <i>Ordinary concrete lining</i> | 0,013 |
| <i>Good wood</i> | 0,014 |
| <i>Brick with cement mortar</i> | 0,014 |
| <i>Vitrified clay</i> | 0,015 |
| <i>Cast iron</i> | 0,015 |
| <i>Corrugated metal pipes</i> | 0,024 |
| <i>Cement rubble surface</i> | 0,024 |
| <i>Fallow soils (no residue)</i> | 0,05 |
| <i>Cultivated soils</i> | |
| <i>Residue cover < 20%</i> | 0,06 |
| <i>Residue cover > 20%</i> | 0,17 |
| <i>Range (natural)</i> | 0,13 |
| <i>Grass</i> | |
| <i>Short, prairie</i> | 0,15 |
| <i>Dense</i> | 0,24 |
| <i>Bermuda grass</i> | 0,41 |
| <i>Woods</i> | |
| <i>Light underbrush</i> | 0,40 |
| <i>Dense underbrush</i> | 0,80 |

Sumber : *Unites States Environmental Protection Agency, 1971*

6. *Depression Storage (D Store Impervious dan D Store Pervious)*

Depression Storage atau simpanan lekukan adalah tertinggalnya air dalam suatu cekungan yang kedap air yang kemudian menahan air dalam lekukan tersebut. Air hanya akan mengalami penguapan dan tidak mengalami peresapan ke dalam tanah sehingga tidak dapat menjadi air tanah dan juga air dalam *subcatchment* yang nantinya akan menuju ke suatu saluran. *D store impervious* adalah simpanan lekukan yang kedap air dan *D store pervious* adalah simpanan lekukan yang tidak kedap air.

Tabel 3.9 Nilai *Depression Storage* berdasarkan Jenis Tata Guna Lahan

| <i>Surface Characteristic</i> | <i>Depression storage</i> |
|-------------------------------|---------------------------|
| <i>Impervious surfaces</i> | 0,05 - 0,10 inches |
| <i>Lawns</i> | 0,10 - 0,20 inches |
| <i>Pasture</i> | 0,2 inches |
| <i>Foresi litter</i> | 0,3 inches |

Sumber : *Unites States Environmental Protection Agency, 1971*

7. % *Zero impervious*

% *Zero impervious* adalah persentasi area yang kedap air yang tidak akan menampung air (*depression storage*).

8. Infiltrasi

Infiltrasi air hujan dari *pervious* area dalam daerah tangkapan dapat digambarkan dengan tiga model berbeda :

- a. *Horton infiltration.*
- b. *Green-Ampt infiltration.*
- c. *SCS Curve Number infiltration.*

Untuk menentukan metode yang akan digunakan dalam pemodelan sebaiknya disesuaikan pada kecocokan penerapan metode pada daerah yang bersangkutan dan ketersediaan data pada daerah tersebut. Untuk penentuan infiltrasi pada penelitian ini akan digunakan metode *Soil Conservation Service (SCS) Curve Number*.

Curve number merupakan fungsi dari karakteristik DAS seperti tipe tanah, tanaman penutup, tataguna lahan, kelembapan dan cara pengerjaan tanah. Model *SCS Curve Number (CN)* memperkirakan hujan lebih atau hujan efektif sebagai bagian dari hujan yang menjadi aliran langsung di sungai. Hujan efektif ini adalah sama dengan hujan total yang jatuh di permukaan tanah dikurangi dengan kehilangan air. Nilai CN bervariasi antara 0 sampai 100. Nilai CN = 100 untuk *water body* (permukaan lahan yang kedap air).

Jenis tanah juga sangat berpengaruh terhadap nilai hujan efektif. Tanah berpasir mempunyai nilai infiltrasi yang tinggi sehingga hujan efektif sangat kecil; sebaliknya nilai infiltrasi pada tanah lempung sangat kecil. *The Soil Conservation Service* (SCS) telah membagi tipe tanah kedalam 4 tipe tanah seperti yang tertera pada Tabel 3.8 berikut dan pembagian nilai CN pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Definisi Kelompok Hidrologi Tanah

| <i>Group</i> | Definisi | <i>Hydraulic Conductivity (In/Hr)</i> |
|--------------|--|---------------------------------------|
| A | Potensi limpasan rendah, mempunyai laju infiltrasi tinggi. Terutama untuk tanah pasir dengan silty dan <i>clay</i> sangat sedikit, juga kerikil (<i>gravel</i>) yang sangat lulus air. | ≥ 0.45 |
| B | Terdiri dari tanah dengan potensi limpasan agak rendah, laju infiltrasi sedang. Tanah berbutir sedang (<i>sandy soils</i>) dengan laju meloloskan air sedang. Misalnya lempung berpasir. | 0.30 - 0.15 |
| C | Tingkat infiltrasi rendah jika tanah sepenuhnya basah. Tanah berbutir sedang sampai halus (<i>clay</i> dan <i>colloid</i>) dengan laju meloloskan air lambat. Misalnya tanah liat, lempung berpasir dangkal. | 0.15 - 0.05 |
| D | Tanah dengan potensi limpasan tinggi, mempunyai laju infiltrasi sangat lambat. Tanah dengan muka air tanah permanen tinggi. Tanah ini mempunyai laju meloloskan air sangat lambat. | 0.05 - 0.00 |

Sumber : *Unites States Environmental Protection Agency, 1971*

Tabel 3.11 *Curve Number*

| <i>Land Use Description</i> | <i>Hydrologic Soil Group</i> | | | |
|--|------------------------------|----------|----------|----------|
| | A | B | C | D |
| <i>Cultivated land</i> | | | | |
| <i>Without conservation treatment</i> | 72 | 81 | 88 | 91 |
| <i>With conservation treatment</i> | 62 | 71 | 78 | 81 |
| <i>Pasture or range land</i> | | | | |
| <i>Poor condition</i> | 68 | 79 | 86 | 89 |
| <i>Good condition</i> | 39 | 61 | 74 | 80 |
| <i>Meadow</i> | | | | |
| <i>Good condition</i> | 30 | 58 | 71 | 78 |
| <i>Wood or forest land</i> | | | | |
| <i>Thin stand, poor cover, no much</i> | 45 | 66 | 77 | 83 |
| <i>Good cover</i> | 25 | 55 | 70 | 77 |
| <i>Open spaces, lawns, parks, golf, courses,</i> | | | | |
| <i>Good condition: grass cover on 75%</i> | 39 | 61 | 74 | 80 |
| <i>Fair condition: grass cover on 50% -</i> | 49 | 69 | 79 | 84 |
| <i>Commercial and business areas (85%</i> | 89 | 92 | 94 | 95 |
| <i>Industrial districts (72% impervious)</i> | 81 | 88 | 91 | 93 |
| <i>Residential, Average lot size (%</i> | | | | |
| <i>impervious)</i> | | | | |
| <i>1/8 ac or less (65)</i> | 77 | 85 | 90 | 92 |
| <i>1/4 ac (38)</i> | 61 | 75 | 83 | 87 |
| <i>1/3 ac (30)</i> | 57 | 72 | 81 | 86 |
| <i>1/2 ac (25)</i> | 54 | 70 | 80 | 85 |
| <i>1 ac (20)</i> | 51 | 68 | 79 | 84 |
| <i>Paved parking lots, roofs, drive</i> | 98 | 98 | 98 | 98 |
| <i>Streets and roads</i> | | | | |
| <i>Paved with curbs and storm sewers</i> | 98 | 98 | 98 | 98 |
| <i>Gravel</i> | 76 | 85 | 89 | 91 |
| <i>Dirt</i> | 72 | 82 | 87 | 89 |

Sumber : *Unites States Environmental Protection Agency, 1971*

C. *Juction Nodes* (Titik Pertemuan)

Juction merupakan titik pertemuan aliran. Dalam keadaan sebenarnya *junction* dapat menggambarkan pertemuan antara saluran, *manholes* pada *server system*, ataupun pada pipa saluran tertutup. Aliran yang akan masuk ke dalam system drainase harus melalui *junction*. Kelebihan air pada *junction* dapat menyebabkan meluapnya air pada titik tersebut sehingga dapat digambarkan sebagai banjir pada titik tersebut.

D. *Outfall Nodes* (Titik Pengeluaran)

Outfall Nodes adalah terminal terakhir dari rangkaian aliran sistem drainase, menggambarkan titik akhir berupa muara ataupun keluaran lainnya.

E. *Conduit* (Penghubung Pengaliran Air)

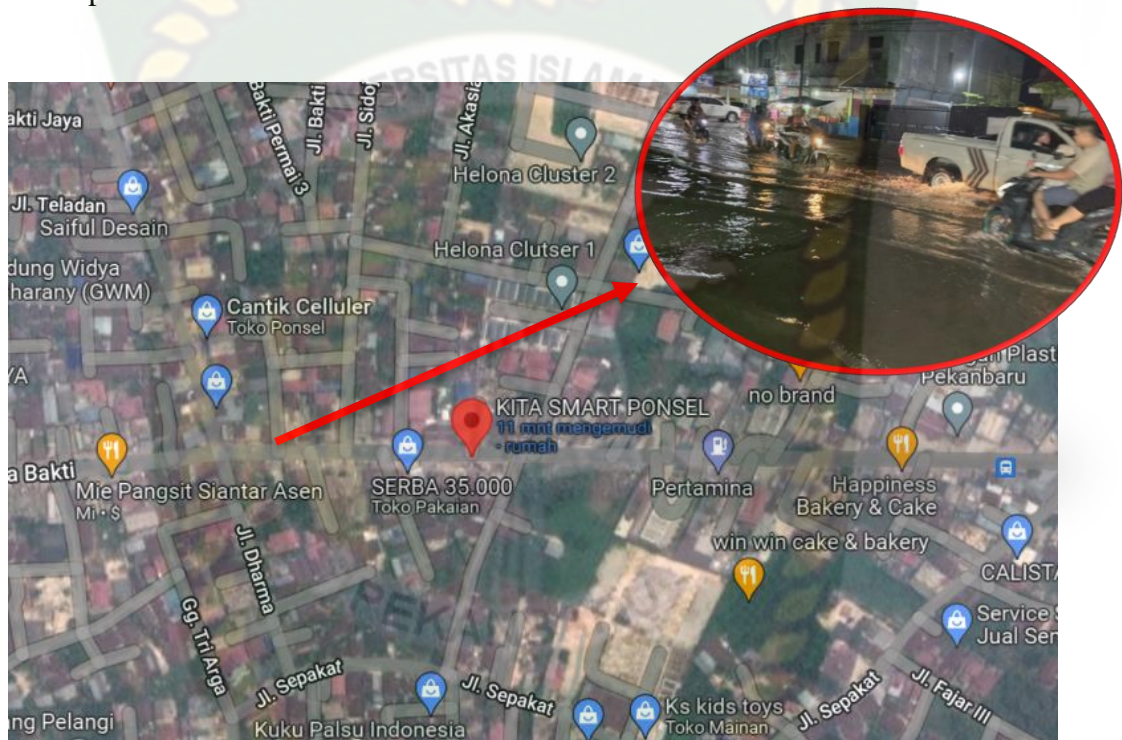
Conduit adalah penghubung yang mengalirkan air dari suatu node ke node lainnya dalam sistem pengaliran, dalam hal ini dapat berupa saluran terbuka ataupun tertutup. Berikut ini adalah masukan untuk *conduit* :

- a. Nama node masuk dan node keluar
- b. Panjang saluran
- c. Bilangan kekasaran Manning
- d. Geometri penampang saluran

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Jalan Darma Bakti, kecamatan Payung Sekaki, Kota Pekanbaru pada tanggal 21 Oktober 2022. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian (*Google Earth*, 2022)

4.2 Teknik Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan survei di lapangan dan survei instansional. Survei lapangan ini dilakukan dengan pengamatan langsung kondisi wilayah studi, sedangkan survei instansional ini dapat dilakukan dengan pengumpulan data yang dibutuhkan kepada instansi terkait. Data yang dikumpulkan tersebut dikelompokkan menjadi data primer dan data sekunder.

1. Data Primer
 - a. Data dimensi saluran drainase jalan Darma Bakti di lapangan yang mana dihitung setiap 50m setiap terjadi genangan.
 - b. Kondisi fisik drainase.
2. Data Sekunder
 - a. Data curah hujan harian dari Tahun 2012-2021 dari Stasiun Meteorologi Sultan Syarif Kasim II Kota Pekanbaru.
 - b. Peta topografi dan tataguna lahan Jalan Darma Bakti dapat dilihat di Google Earth.

4.3 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan agar sesuai arah dan tujuannya, dengan ini peneliti mencoba memberikan garis besar langkah-langkah pelaksanaan berupa bagan alir. Dari bagan alir dapat dilihat tahapan penelitian sebagai berikut :

1. Mulai
2. Pengumpulan data

Dari penelitian ini memerlukan beberapa data, data – data yang diperlukan adalah data primer dan sekunder

3. Analisis Data

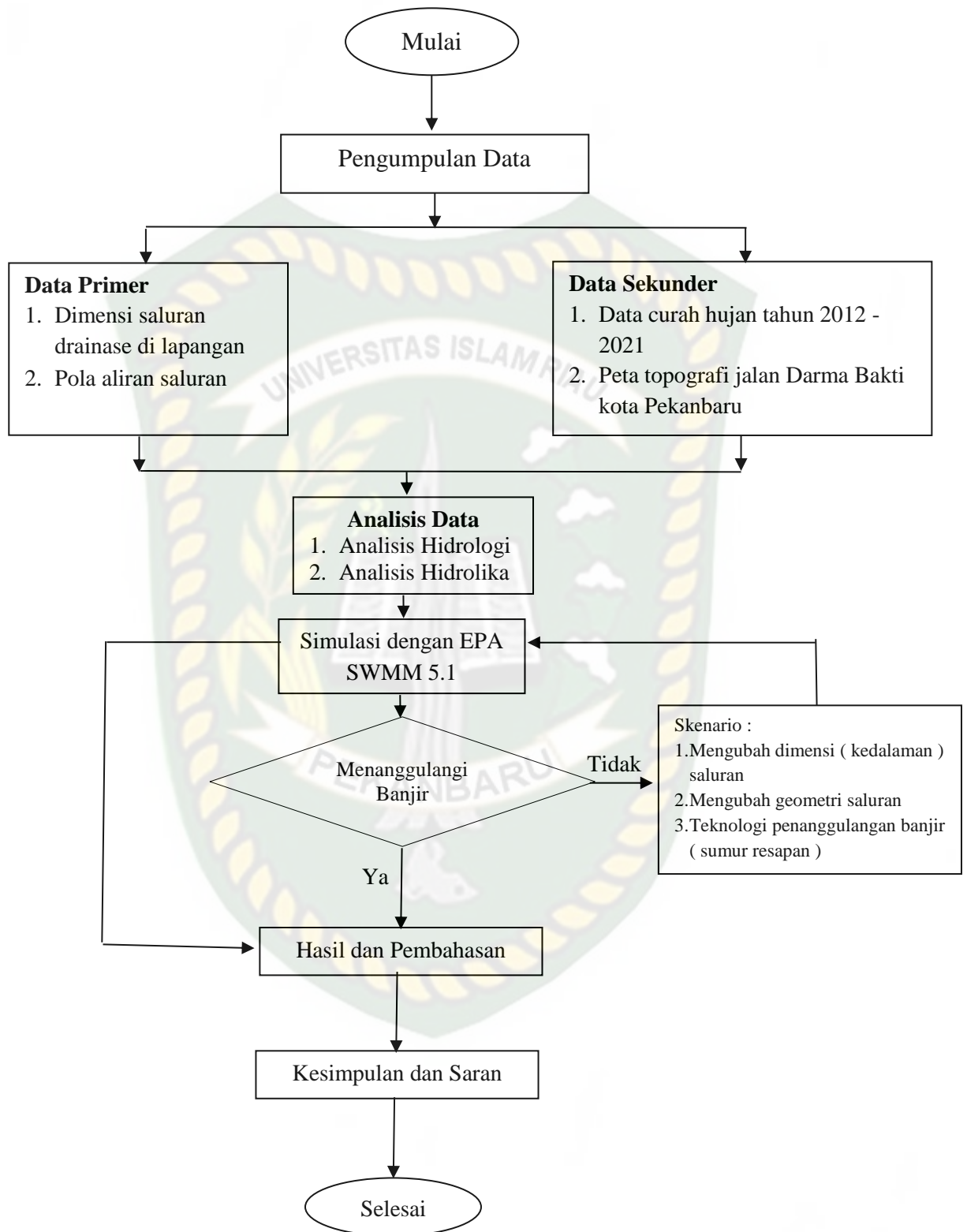
Berdasarkan dari hasil analisis, data akan diolah menggunakan *software* analisis hidrolika EPA SWMM 5.1. Untuk perhitungan analisa dengan *software* EPA SWMM 5.1, dibutuhkan data primer dan data sekunder. Yang mana data primer berupa dimensi saluran dilapangan dan pola aliran sungai berfungsi dalam menentukan *catchment area* serta ukuran drainase yang akan di *trial and error* menggunakan EPA SWMM 5.1. Sedangkan dibutuhkan data sekunder berupa data curah hujan dan tata guna lahan berfungsi sebagai perhitungan hidrologi. Apabila dalam perhitungan $Q_{rancangan} > Q_{kapasitas}$ maka direncanakan perubahan perbaikan saluran drainase yang dibantu dengan *software* EPA SWMM 5.1.

Setelah data-data yang diperlukan terkumpul, kemudian dilakukan analisis data, adapun tahap- tahap dalam menganalisa perhitungan yaitu :

- a. Analisis Hidrologi
 - b. Analisis Hidrolika
5. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan ini berupa hasil analisis perhitungan dari pengolahan dan analisis data. Jika hasil analisis perhitungan yang mana air melebihi atau melewati saluran berarti kapasitas tampung tidak mencukupi debit banjir maka diperlukan analisa pengurangan hingga memenuhi kapasitas tampung. pembahasan hasil tersebut disederhanakan dalam bentuk tabel, grafik atau lainnya, agar mempermudah pemahaman hasil analisis bagi para pembaca.

6. Kesimpulan dan Saran
7. Selesai, Adapun tahapan penelitian dalam tahap penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Tahap Penelitian

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi diperlukan untuk mengetahui besar curah hujan maksimum yang terjadi di lokasi penelitian. Analisis yang dilakukan meliputi uji probabilitas dan perhitungan kala ulang curah hujan. Perhitungan dan diselesaikan dengan metode analisa frekuensi. Hasil perhitungan akan digunakan untuk input *software* EPA SWMM sebagai data *rain gage*.

5.1.1 Analisa Curah Hujan Harian

Data hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah curah hujan bulanan. Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan 10 tahun terakhir (2012-2021) karena menurut Fransiska (2020) data curah hujan 10 tahun terakhir dapat digunakan seperti memprediksi tren curah hujan di masa depan, mengidentifikasi pola musiman, atau mengevaluasi dampak perubahan iklim terhadap kondisi hidrologi suatu wilayah sehingga dalam analisa ini hanya menganalisa dampak penanggulangan banjir sehingga data 10 tahun termasuk cukup menjadi patokan perhitungan. Data curah hujan diperoleh dari Badan Wilayah Sungai Sumatera III (BWSS III) Stasiun Pekanbaru. Data curah hujan setiap bulannya dapat dilihat pada Lampiran B - 1. Dari data hujan harian kemudian dijadikan data hujan maksimum tahunan yang disajikan pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Data Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata

| No | Tahun | Hujan Maksimum Harian Rata-rata |
|----|-------|---------------------------------|
| 1 | 2012 | 124 |
| 2 | 2013 | 145,7 |
| 3 | 2014 | 107,5 |
| 4 | 2015 | 127,5 |
| 5 | 2016 | 131,5 |
| 6 | 2017 | 201,5 |

Tabel 5.1 (Lanjutan)

| | | |
|-----------|------|-------|
| 7 | 2018 | 124,8 |
| 8 | 2019 | 131 |
| 9 | 2020 | 92 |
| 10 | 2021 | 105 |

5.1.2 Analisa Frekuensi

Analisis frekuensi bertujuan untuk menentukan distribusi yang sesuai untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana, berikut adalah hasil analisisnya :

- a. Nilai Curah Hujan Rata-Rata (\bar{X}) = 129,04 mm (Lampiran A-2)
- b. Deviasi Standart (S) = 29.81 (Lampiran A-2)
- c. Koefisien Variasi (CV) = 0.231 (Lampiran A-2)
- d. Koefisien Kemencengan (CS) = 1,626 (Lampiran A-2)
- e. Koefisien Ketajaman (CK) = 7.558 (Lampiran A-2)

Dari hasil analisis didapat bahwa sesuai dengan Tabel 3.1 jenis distribusi yang dapat digunakan dalaman analisis data curah hujan ini adalah Distribusi Log-Pearson Tipe III.

Tabel 5.2 Parameter Statistik Untuk Menentukan Jenis Distribusi

| Jenis Distribusi | Persyaratan | Hasil Hitungan | Keterangan |
|------------------|---|----------------|------------|
| Normal | $Cs \approx 0$ | 1,626 | Tidak |
| | $Ck \approx 3$ | 7,558 | Memenuhi |
| Log Normal | $Cs = Cv^3 + 3Cv$ | 0,705 | Tidak |
| | $Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$ | 3,897 | Memenuhi |
| | | | |
| Gumbel | $Cs = 1,14$ | 1,626 | Tidak |
| | $Ck = 5,4$ | 7,558 | Memenuhi |
| Log Person III | Selain dari nilai di atas | | Memenuhi |

Berdasarkan Tabel 5.2 dapat disimpulkan bahwa distribusi yang dapat digunakan adalah distribusi Log Person III. Dimana syarat distribusi ini adalah jika nilai C_k dan nilai C_s diluar dari jenis distribusi lainnya.

5.1.3 Analisis Distribusi Log Person III

Distribusi Log Person III yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Perhitungan Distribusi Log Person III

| No. | Tahun | X_i | $\text{Log } X_i$ | $(\text{Log } X_i - \text{Log } X_{\text{rerata}})^2$ | $(\text{Log } X_i - \text{Log } X_{\text{rerata}})^3$ |
|--------|-------|--------|-------------------|---|---|
| 1 | 2012 | 124,00 | 2,0934 | 0,000299 | -0,000005 |
| 2 | 2013 | 145,70 | 2,1635 | 0,002781 | 0,000147 |
| 3 | 2014 | 107,50 | 2,0314 | 0,006291 | -0,000499 |
| 4 | 2015 | 127,50 | 2,1055 | 0,000027 | 0,000000 |
| 5 | 2016 | 131,40 | 2,1186 | 0,000062 | 0,000000 |
| 6 | 2017 | 201,50 | 2,3043 | 0,037462 | 0,007251 |
| 7 | 2018 | 124,80 | 2,0962 | 0,000211 | -0,000003 |
| 8 | 2019 | 131,00 | 2,1173 | 0,000043 | 0,000000 |
| 9 | 2020 | 92,00 | 1,9638 | 0,021590 | -0,003172 |
| 10 | 2021 | 105,00 | 2,0212 | 0,008017 | -0,000718 |
| Jumlah | | | 21,015 | 0,077 | 0,003 |

Berikut hasil analisis perhitungannya :

- a. Nilai harga rata-rata ($\log \bar{X}$) = 2,1015
- b. Menghitung Simpangan Baku (S_{LogX}) = 0,0924
- c. Menghitung koefisien kemencengan ($C_{S_{\text{LogX}}}$) = 0,529

5.1.4 Uji Kecocokan

Uji kecocokan dimaksud untuk mengetahui apakah persamaan distribusi yang dipilih dapat mewakili distribusi statistic sampel data yang dianalisis.

1. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji ini diperoleh dengan memplot data curah hujan dan probabilitasnya, untuk memperoleh perbandingan empiris dalam bentuk grafis. Pada pengujian ini nilai derajat kepercayaan (α) yang digunakan 5%.

Nilai kritik (ΔP_0) untuk pengujian ini berdasarkan Tabel 5.4, untuk derajat kepercayaan (α) = 5% dan jumlah data (n) = 10 adalah = 0,41 . Dari hasil analisis perhitungan (Lampiran A – 5) didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 5.4 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogrov

| No. | X_i | $P(x_m)$ | $\frac{\text{Log } X}{X}$ | K | Pr | $P(x_m) - P'(x_m)$ |
|-----|--------|----------|---------------------------|-------|-------|--------------------|
| 1 | 201,50 | 9,09 | 2,30 | 1,317 | 10,07 | 0,98 |
| 2 | 145,7 | 18,18 | 2,16 | 0,57 | 17,61 | 8,52 |
| 3 | 131,40 | 27,27 | 2,12 | 0,09 | 22,51 | 13,42 |
| 4 | 131,00 | 36,36 | 2,12 | 0,07 | 22,66 | 13,57 |
| 5 | 127,50 | 45,45 | 2,11 | -0,06 | 23,94 | 14,85 |
| 6 | 124,80 | 54,55 | 2,10 | -0,16 | 24,96 | 15,87 |
| 7 | 124,00 | 63,64 | 2,09 | -0,19 | 25,27 | 16,18 |
| 8 | 107,50 | 72,73 | 2,03 | -0,86 | 32,05 | 22,96 |
| 9 | 105,00 | 81,82 | 2,02 | -0,97 | 33,17 | 24,07 |
| 10 | 92,00 | 90,91 | 1,96 | -1,59 | 39,44 | 30,35 |

Berdasarkan perhitungan di atas diketahui $\Delta P_i = 0,303 < \Delta P_0 = 0,41$, sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi Log Person III dari hasil uji Smirnov-Kolmogorov dapat diterima.

2. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan bahwa persamaan distribusi peluang yang telah dipilih (Log Person III) dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Berdasarkan tabel uji kritis chi kuadrat untuk $DK = 2$ dan $\alpha = 5\%$ diperoleh harga $\chi^2_{cr} = 5.991$ (Lampiran A – 7). Perhitungan Uji Chi

Kuadrat distribusi Log Person III untuk data curah hujan tahun 2012-2021 dapat dilihat pada Tabel 5.8.

Tabel 5.5 Perhitungan Uji Chi Kuadrat

| No | Kelas | Batas kelas | Ei | Oi | $(O_i - E_i)^2$ | $((O_i - E_i)^2) / E_i$ |
|---------------|-------|-----------------|----|----|-----------------|-------------------------|
| 1 | I | 90,879 – x | 2 | 3 | 1,000 | 0,500 |
| 2 | II | 80,306 – 90,879 | 2 | 1 | 1,000 | 0,500 |
| 3 | III | 70,963 – 80,306 | 2 | 2 | 0,000 | 0,000 |
| 4 | IV | 63,346 – 70,963 | 2 | 2 | 0,000 | 0,000 |
| 5 | V | 46,958 – 63,346 | 2 | 2 | 0,000 | 0,000 |
| Jumlah | | | 10 | 10 | χ_h^2 | 1,000 |
| | | | | | χ_{cr}^2 | 5,991 |

Berdasarkan Tabel 5.5 diketahui bahwa $\chi_h^2 = 1,000 < \chi_{cr}^2 = 5,991$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa distribusi Log Person III dari hasil Uji Chi Kuadrat dapat diterima.

5.1.5 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Berikut langkah perhitungan curah hujan rencana

- a. Curah Hujan rencana kala ulang 2 tahun = 126,67 mm (Lampiran A-10)
- b. Curah Hujan rencana kala ulang 5 tahun = 153,16 mm (Lampiran A-10)
- c. Curah Hujan rencana kala ulang 10 tahun = 171,01 mm (Lampiran A-10)
- d. Curah Hujan rencana kala ulang 25 tahun = 194,04 mm (Lampiran A-10)
- e. Curah Hujan rencana kala ulang 50 tahun = 211,54 mm (Lampiran A-10)

5.1.6 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Berdasarkan Tabel 3.1, kota Pekanbaru dikategorikan kedalam kota metropolitan dan dilokasi penelitian pada jalan Darma Bakti memiliki catchment lebih dari 10 Ha dan dibawah 100 Ha. Maka ditentukan kala ulangnya 2-5 tahun. Untuk kala ulang 2 tahun pada durasi 5 menit = 0.08 jam dengan rencana harian 126,67 mm.

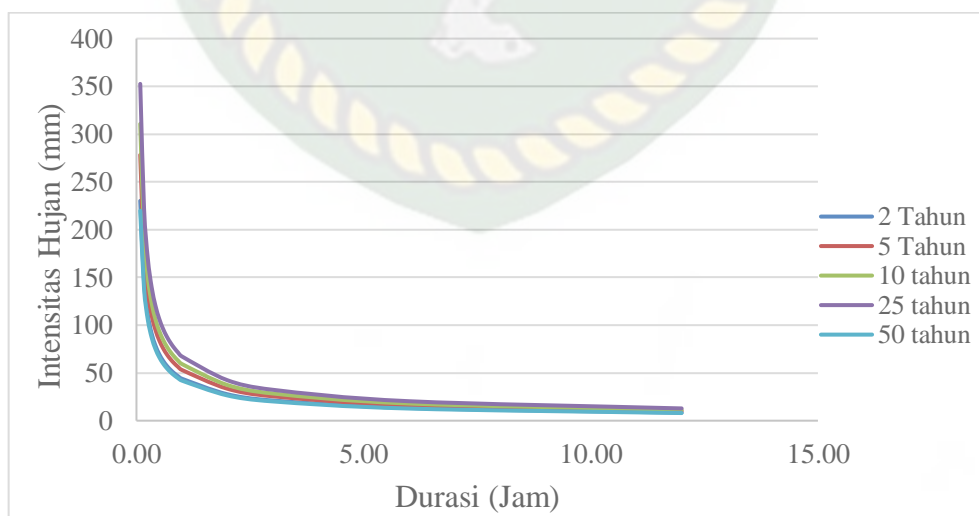
$$I = \frac{126,67}{24} \left(\frac{24}{0,08} \right)^{\frac{2}{3}} = 236,52 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan yang ada dalam Tabel 5.6 diplot dalam bentuk grafik. Hasil plot tersebut disajikan dalam grafik pada Gambar 5.10 yang terdiri kala ulang yang berbeda yakni 2 dan 5 tahun.

Hitungan yang sama dilanjutkan untuk durasi dan kedalaman hujan rencana harian yang lain. Hasil hitungan seperti yang terlihat pada Tabel 5.7 berikut ini :

Tabel 5.6 Perhitungan Intensitas Hujan

| Durasi (t) | | Intensitas Hujan (mm/jam) | | | | |
|------------|-------|---------------------------|---------|----------|----------|----------|
| | | 2 tahun | 5 tahun | 10 tahun | 25 tahun | 50 tahun |
| menit | jam | 126,67 | 153,16 | 171,01 | 194,04 | 120,99 |
| 5 | 0.08 | 236,52 | 285,99 | 319,32 | 362,32 | 225,92 |
| 10 | 0.17 | 143,10 | 173,03 | 193,19 | 219,21 | 136,68 |
| 15 | 0.25 | 110,66 | 133,80 | 149,39 | 169,51 | 105,69 |
| 30 | 0.50 | 69,71 | 84,29 | 94,11 | 106,78 | 66,58 |
| 45 | 0.75 | 53,20 | 64,32 | 71,82 | 81,49 | 50,81 |
| 60 | 1.00 | 43,91 | 53,10 | 59,29 | 67,27 | 41,94 |
| 120 | 2.00 | 27,66 | 33,45 | 107,73 | 122,24 | 76,22 |
| 180 | 3.00 | 21,11 | 25,53 | 28,50 | 32,34 | 20,17 |
| 360 | 6.00 | 13,30 | 16,08 | 17,95 | 20,37 | 12,70 |
| 720 | 12.00 | 8,38 | 10,13 | 11,31 | 12,83 | 8,00 |



Gambar 5.1 Grafik Hubungan Intensitas Hujan dan Durasi Waktu

Gambar 5.1 dapat diketahui semakin singkat hujan maka intensitas cenderung semakin tinggi dan semakin besar kala ulangnya semakin tinggi pula intensitas tersebut.

5.2 Konseptualisasi Model EPA SWMM 5.1

Sebelum mengaplikasikan EPA SWMM 5.1 adapun data – data yang akan di proses untuk memperoleh hasil running yang berhasil adalah sebagai berikut

Tabel 5.7 Data yang Digunakan Pada EPA SWMM 5.1

| Data Input | Hasil Output |
|--|--|
| Intensitas Curah Hujan (untuk menentukan simulasi curah hujan dari data curah hujan dalam 10 tahun terakhir) | Drainase dapat / tidak dapat menampung limpasan |
| Luas Lahan (untuk menghitung % <i>slope</i> , % <i>impervious</i> , <i>N – pervious</i> , <i>N – Impervious</i> , <i>parameter conduit</i>) | Dapat menentukan titik – titik banjir disepanjang drainase |
| Elevasi Tanah | Ketinggian Banjir |

A. Rain Gage

Rain gage merupakan data curah hujan yang didapat dari hasil perhitungan Tabel 5.8. Input data *rain gage* dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.8 Data *Rain Gage*

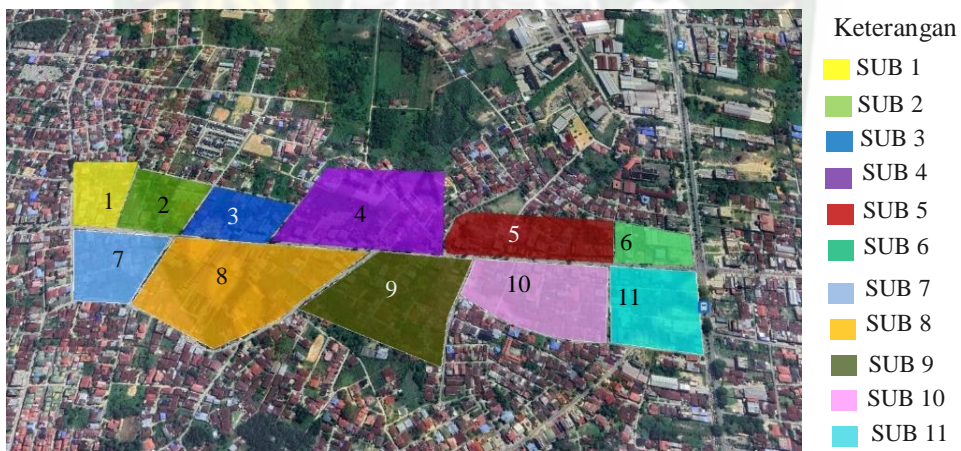
| Menit | Jam | Hujan (mm) |
|-------|------|------------|
| 0 | 0.00 | 0.000 |
| 5 | 0.08 | 236,52 |
| 10 | 0.17 | 143,10 |
| 15 | 0.25 | 110,66 |
| 20 | 0.33 | 69,71 |
| 25 | 0.42 | 53,20 |

Tabel 5.8 (Lanjutan)

| | | |
|----|------|--------|
| 30 | 0.50 | 43,91 |
| 35 | 0.58 | 27,66 |
| 40 | 0.67 | 21,11 |
| 45 | 0.75 | 13,30 |
| 50 | 0.83 | 8,38 |
| 55 | 0.92 | 236,52 |
| 60 | 1.00 | 143,10 |

B. Subcatchment

Tahapan awal dalam penggunaan SWMM adalah pembagian *subcatchment* pada penelitian. Daerah tangkapan aliran atau *catchment area* di *Software* EPA SWMM 5.1. *Catchment area* pada wilayah ini terbagi menjadi *subcatchment*, dimana masing-masing memiliki bentuk yang berbeda. Perbedaan bentuk dari *subcatchment* dipengaruhi oleh beda elevasi, saluran drainase, titik alam, serta bangunan di wilayah studi. Hasil dari ini berupa gambar yang dapat dilihat pada Gambar 5.2 sebagai berikut.

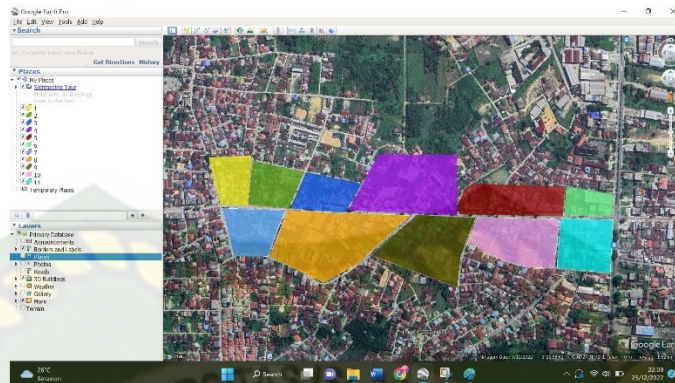


Gambar 5.2 Pembagian *subcatchment* Drainase Jalan Darma Bakti

C. Area

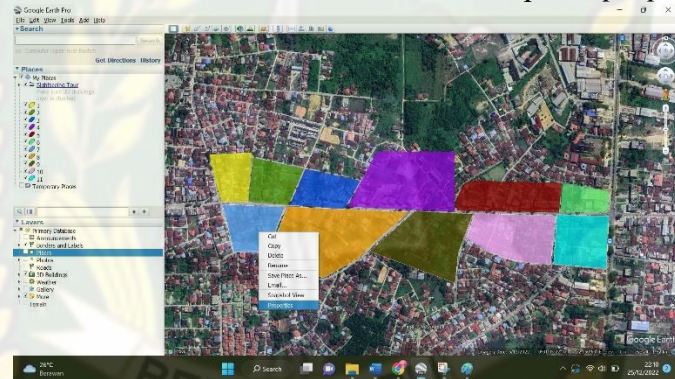
Cara menentukan nilai area menggunakan *Software Google Earth* adalah sebagai berikut :

a. Klik *subcatchment* yang diinginkan pada *Google Earth*



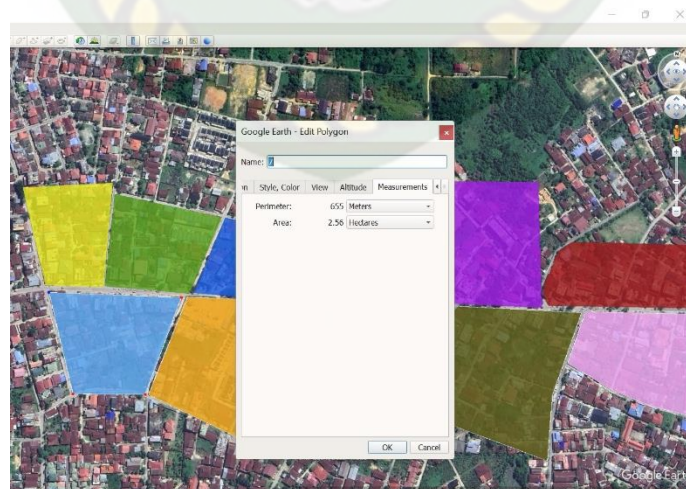
Gambar 5.3 Tampilan *Google Earth*

b. Klik salah satu *subcatchment* lalu klik kanan pilih “*properties*”



Gambar 5.4 Tampilan *Option Properties*

c. Akan muncul beberapa option lalu klik “*Pengukuran*” yang menunjukkan luasan *area subcatchment*



Gambar 5.5 Tampilan *Area Subcatchment*

- d. Hal ini dilakukan terhadap 11 *subcatchment* pada lokasi penelitian sehingga didapat nilai area seperti pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Luas *Subcatchment*

| No | <i>Subcatchment</i> | Luas (Ha) | Width (m) |
|----|------------------------|-----------|-----------|
| 1 | <i>Subcatchment 1</i> | 1.38 | 97.6 |
| 2 | <i>Subcatchment 2</i> | 3.51 | 97.6 |
| 3 | <i>Subcatchment 3</i> | 6.24 | 216 |
| 4 | <i>Subcatchment 4</i> | 2.17 | 130 |
| 5 | <i>Subcatchment 5</i> | 2.20 | 149 |
| 6 | <i>Subcatchment 6</i> | 1.99 | 163 |
| 7 | <i>Subcatchment 7</i> | 3.00 | 166 |
| 8 | <i>Subcatchment 8</i> | 4.00 | 163 |
| 9 | <i>Subcatchment 9</i> | 4.90 | 205 |
| 10 | <i>Subcatchment 10</i> | 6.82 | 336 |
| 11 | <i>Subcatchment 11</i> | 2.56 | 330 |

D. Slope (%) (kemiringan dasar saluran)

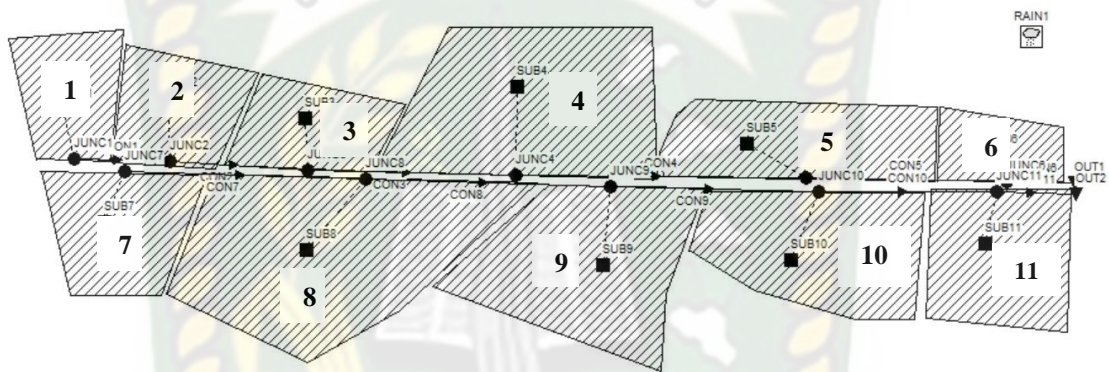
% *slope* didapatkan dari selisih antara elevasi tertinggi dan elevasi terendah dalam suatu *subcatchment* (rumus 3.31). Perhitungan dilakukan untuk masing-masing *subcatchment*. Adapun nilai % *slope* masing-masing *subcatchment* disajikan pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10 Nilai % *Slope* tiap *Subcatchment*

| <i>Subcatchment</i> | % <i>Slope</i> |
|---------------------|----------------|
| 1 | 1,22 |
| 2 | 0,59 |
| 3 | 0,55 |
| 4 | 1,09 |
| 5 | 1,47 |
| 6 | 2,14 |
| 7 | 1,14 |
| 8 | 0,72 |
| 9 | 1,03 |
| 10 | 0,24 |
| 11 | 0,47 |

E. *Impervious* % (Tata Guna Lahan)

Tata guna lahan yang dilakukan dari 11 *subcatchment* yang ditentukan. Ketentuan nilai % *impervious* berdasarkan nilai pada Tabel 3.6 yang mana luas lahan yang ditinjau seluas 38,77 Ha. Nilai % *impervious* di dapatkan melalui ketentuan tutupan lahan masing-masing *subcatchment*. Tutupan masing-masing lahan *subcatchment* bervariasi dengan jenis tutupan umumnya yakni perumahan, jalan aspal, lahan kosong, perkotaan, dan semak. Perhitungan % *impervious* terdapat di Kawasan Jalan Darma Bakti dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut ini



Gambar 5.6 Skema Lahan dan *Subcatchment* di jalan Darma Bakti

Tabel 5.11 *impervious* untuk setiap *Subcatchment*

| <i>Catchment</i> | Fungsi Lahan | Total Luas Lahan (Ha) | Luas Lahan (Ha) | Lahan % | Nilai <i>Impervious</i> % | <i>Impervious</i> % |
|------------------|--------------|-----------------------|-----------------|------------|---------------------------|---------------------|
| 1 | Pertokoan | 1,38 | 0,91 | 65,9 | 85 | 56,05 |
| | Rumah | | 0,35 | 25,4 | 75 | 19,02 |
| | Jalan | | 0,12 | 8,7 | 100 | 8,70 |
| Total | | | 1,38 | 100 | | 83,77 |
| 2 | Pertokoan | 3,51 | 1,84 | 52,4 | 85 | 44,56 |
| | Rumah | | 0,97 | 27,6 | 75 | 20,73 |
| | Jalan | | 0,70 | 19,9 | 100 | 19,94 |
| Total | | | 3,51 | 100 | | 85,23 |
| 3 | Pertokoan | 6,24 | 4,62 | 74,0 | 85 | 62,93 |
| | Rumah | | 0,65 | 10,4 | 75 | 7,81 |
| | Jalan | | 0,97 | 15,5 | 100 | 15,54 |
| Total | | | 6,24 | 100 | | 86,29 |
| | Pertokoan | 2,17 | 0,67 | 30,9 | 85 | 26,24 |

Tabel 5.11 (Lanjutan)

| | | | | | | |
|--------------|---------------------------------------|------|-------------|------------|-----|--------------|
| 4 | Lahan kosong Jalan | | 1,21 | 55,8 | 2 | 1,12 |
| | | | 0,29 | 13,4 | 100 | 13,36 |
| Total | | | 2,17 | 100 | | 40,72 |
| 5 | Pertokoan Rumah Lahan kosong | 2,20 | 1,21 | 55,0 | 85 | 46,75 |
| | | | 0,77 | 35,0 | 75 | 26,25 |
| | | | 0,22 | 10,0 | 100 | 10,00 |
| Total | | | 2,20 | 100 | | 83,00 |
| 6 | Pertokoan Rumah Jalan | 1,99 | 0,91 | 45,7 | 85 | 38,87 |
| | | | 0,76 | 38,2 | 75 | 28,64 |
| | | | 0,32 | 16,1 | 100 | 16,08 |
| Total | | | 1,99 | 100 | | 83,59 |
| 7 | Pertokoan Rumah Jalan | 3,00 | 1,20 | 40,0 | 85 | 34,00 |
| | | | 0,91 | 30,3 | 75 | 22,75 |
| | | | 0,89 | 29,7 | 100 | 29,67 |
| Total | | | 3,00 | 100 | | 86,42 |
| 8 | SPBU Pertokoan Rumah Jalan | 4,00 | 0,80 | 20,0 | 95 | 19,00 |
| | | | 1,86 | 46,5 | 85 | 39,53 |
| | | | 0,92 | 23,0 | 75 | 17,25 |
| | | | 0,42 | 10,5 | 100 | 10,50 |
| Total | | | 4,00 | 100 | | 86,28 |
| 9 | Rumah Pertokoan Jalan | 4,90 | 1,82 | 37,1 | 75 | 27,86 |
| | | | 1,70 | 34,7 | 85 | 29,49 |
| | | | 1,38 | 28,2 | 100 | 28,16 |
| Total | | | 4,90 | 100 | | 85,51 |
| 10 | Rumah Pertokoan Jalan | 6,82 | 2,02 | 29,6 | 75 | 22,21 |
| | | | 3,55 | 52,1 | 85 | 44,24 |
| | | | 1,25 | 18,3 | 100 | 18,33 |
| Total | | | 6,82 | 100 | | 84,79 |
| 11 | Rumah Pertokoan Jalan | 2,56 | 0,53 | 20,7 | 75 | 15,53 |
| | | | 1,55 | 60,5 | 85 | 51,46 |
| | | | 0,48 | 18,8 | 100 | 18,75 |
| Total | | | 2,56 | 100 | | 85,74 |

F. Infiltrasi

Selain data nilai % impervious ada pula data infiltrasi untuk infiltrasi pada penelitian ini akan digunakan metode *Soil Conservation Service (SCS) Curve Number*. *Curve number* merupakan fungsi karakteristik DAS seperti tipe tanah, tanaman penutup, tata guna lahan, kelembapan dan cara pengerjaan tanah. Nilai *Curve Number* ditentukan berdasarkan Tabel 3.10. Perhitungan nilai % *Curve*

Number terdapat di Kawasan Jalan Darma Bakti, Kota Pekanbaru. dapat dilihat pada Tabel 5.12 sebagai berikut.

Tabel 5.12 Curve Number untuk setiap Subcatchment

| Catchment | Fungsi Lahan | Total Luas Lahan (Ha) | Luas Lahan (Ha) | % Luas | CN Tabel | Curve Number | % Curve Number Total |
|--------------|--------------|-----------------------|-----------------|------------|----------|--------------|----------------------|
| 1 | Pertokoan | 1,38 | 0,91 | 65,9 | 92 | 60,67 | 88,21 |
| | Rumah | | 0,35 | 25,4 | 75 | 19,02 | |
| | Jalan | | 0,12 | 8,7 | 98 | 8,52 | |
| Total | | | 1,38 | 100 | | 88.21 | |
| 2 | Pertokoan | 3,51 | 1,84 | 52,4 | 92 | 48,23 | 88,50 |
| | Rumah | | 0,97 | 27,6 | 75 | 20,73, | |
| | Jalan | | 0,70 | 19,9 | 98 | 19,54 | |
| Total | | | 3,51 | 100 | | 88.50 | |
| 3 | Pertokoan | 6,24 | 4,62 | 74,0 | 92 | 68,12 | 91,16 |
| | Rumah | | 0,65 | 10,4 | 75 | 7,81 | |
| | Jalan | | 0,97 | 15,5 | 98 | 15,23 | |
| Total | | | 6,24 | 100 | | 91.16 | |
| 4 | Pertokoan | 2,17 | 0,67 | 30,9 | 92 | 28,41 | 85,55 |
| | Lahan kosong | | 1,21 | 55,8 | 79 | 44,05 | |
| | Jalan | | 0,29 | 13,4 | 98 | 13,10 | |
| Total | | | 2,17 | 100 | | 85.55 | |
| 5 | Pertokoan | 2,20 | 1,21 | 55,0 | 92 | 50,60 | 84,75 |
| | Rumah | | 0,77 | 35,0 | 75 | 26,25 | |
| | Lahan kosong | | 0,22 | 10,0 | 79 | 7,90 | |
| Total | | | 2,20 | 100 | | 84,75 | |
| 6 | Pertokoan | 1,99 | 0,91 | 45,7 | 92 | 36,80 | 86,47 |
| | Rumah | | 0,76 | 38,2 | 75 | 22,75 | |
| | Jalan | | 0,32 | 16,1 | 98 | 29,07 | |
| Total | | | 1,99 | 100 | | 86,47 | |
| 7 | Pertokoan | 3,00 | 1,20 | 40,0 | 92 | 36,80 | 88,62 |
| | Rumah | | 0,91 | 30,3 | 75 | 22,75 | |
| | Jalan | | 0,89 | 29,7 | 98 | 29,07 | |
| Total | | | 3,00 | 100 | | 88.62 | |
| 8 | SPBU | 4,00 | 0,80 | 20,0 | 92 | 18,40 | 88,72 |
| | Pertokoan | | 1,86 | 46,5 | 92 | 42,78 | |
| | Rumah | | 0,92 | 23,0 | 75 | 17,25 | |
| | Jalan | | 0,42 | 10,5 | 98 | 10,29 | |
| Total | | | 4,00 | 100 | | 88.72 | |
| 9 | Rumah | 4,90 | 1,82 | 37,1 | 75 | 27,86 | 87,38 |
| | Pertokoan | | 1,70 | 34,7 | 92 | 31,92 | |

Tabel 5.12 (Lanjutan)

| | | | | | | | |
|----|--------------|------|-------------|------------|----|--------------|-------|
| | Jalan | | 1,38 | 28,2 | 98 | 27,60 | |
| | Total | | 4,90 | 100 | | 87,38 | |
| 10 | Rumah | 6,82 | 3,55 | 52,1 | 75 | 22,21 | 88,06 |
| | Pertokoan | | 2,02 | 29,6 | 92 | 47,89 | |
| | Jalan | | 1,25 | 18,3 | 98 | 17,96 | |
| | Total | | 6,82 | 100 | | 88,06 | |
| 11 | Rumah | 2,56 | 0,53 | 20,7 | 75 | 15,53 | 89,61 |
| | Pertokoan | | 1,55 | 60,5 | 92 | 55,70 | |
| | Jalan | | 0,48 | 18,8 | 98 | 18,38 | |
| | Total | | 2,56 | 100 | | 89,61 | |

Kemudian untuk data yang akan di input dalam EPA SWMM 5.1 pada bagian subcatchment adalah sebagai berikut

Tabel 5.13 Data masukkan untuk *subcatchment* 1 hingga 6

| No | Data | Subcatchment | | | | | |
|----|---------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 |
| 1 | Area (ha) | 1,38 | 3,51 | 6,24 | 2,17 | 2,20 | 1,99 |
| 2 | Width (m) | 97,6 | 97,6 | 216 | 130 | 149 | 163 |
| 3 | % slope | 1,22 | 0,59 | 0,55 | 1,09 | 1,47 | 2,14 |
| 4 | % Impervious | 83,77 | 85,23 | 86,29 | 40,72 | 83,00 | 83,59 |
| 5 | N-Impervious | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 |
| 6 | N-Pervious | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| 7 | D-Store Impervious | 1,27 | 1,27 | 1,27 | 1,27 | 1,27 | 1,27 |
| 8 | D-Store Pervious | 2,54 | 2,54 | 2,54 | 2,54 | 2,54 | 2,54 |
| 9 | % Zero impervious | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | Method Infiltration | CN | CN | CN | CN | CN | CN |
| 11 | Curve Number | 88,21 | 88,50 | 91,16 | 85,55 | 84,75 | 86,74 |

Tabel 5.14 Data masukkan untuk *subcatchment* 7 hingga 11

| No | Data | Subcatchment | | | | |
|----|--------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| | | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 |
| 1 | Area (ha) | 3,00 | 4,00 | 4,90 | 6,82 | 2,56 |
| 2 | Width (m) | 166 | 163 | 205 | 336 | 330 |
| 3 | % slope | 1,14 | 0,72 | 1,03 | 0,24 | 0,47 |
| 4 | % Impervious | 86,42 | 86,28 | 85,51 | 84,79 | 85,74 |
| 5 | N-Impervious | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,011 |
| 6 | N-Pervious | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| 7 | D-Store Impervious | 1,27 | 1,27 | 1,27 | 1,27 | 1,27 |
| 8 | D-Store Pervious | 2,54 | 2,54 | 2,54 | 2,54 | 2,54 |

Tabel 5.14 (Lanjutan)

| | | | | | | |
|----|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 9 | % Zero impervious | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | Method Infiltration | CN | CN | CN | CN | CN |
| 11 | Curve Number | 88,62 | 88,72 | 87,38 | 88,06 | 89,61 |

G. Nodes Junction dan Outfall

Nodes merupakan titik pertemuan yang akan menghubungkan *subcatchment* dengan *conduit* atau menghubungkan antara *conduit* dan *outlet*. Adapun nilai *junction* dan *outfall* dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut. *Junction* adalah *invert elevation* (elevasi dasar) dan *max depth* (tinggi maksimum). Sedangkan pada *outfall* adalah *invert elevation* (elevasi dasar). Untuk mendapatkan nilai dari data *junction* dan *outfall* dapat dilihat pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 Profil Ketinggian *Junction* and *Outfall I* (Google Earth, 2023)

Pada Gambar 5.7 dapat dilihat perbedaan ketinggian *junction* and *outfall* yang mana ketinggiannya dalam satuan meter. Nilai dari masing-masing parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.15 berikut

Tabel 5.15 Nilai *Junction* dan *Outfall*

| Titik | Elevasi (m) | Titik | Elevasi (m) |
|-------|-------------|-------|-------------|
| J1 | 10,78 | J7 | 11,47 |
| J2 | 10,02 | J8 | 11,05 |
| J3 | 10,13 | J9 | 12,06 |
| J4 | 9,72 | J10 | 9,88 |
| J5 | 11,24 | J11 | 10,09 |
| J6 | 11,56 | | |

H. Parameter Conduit

Parameter pada *conduit* yakni *length* (panjang saluran), *bottom width* (lebar dasar saluran), *hight conduit(h)* , *right slope* dan *conduit roughness* (koefisien manning). Nilai dari masing-masing parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5.16 Parameter Conduit

| <i>Conduit</i> | <i>Length (m)</i> | <i>Shape</i> | <i>Max Depth</i> | <i>Bottom Width</i> | <i>Conduit Roognhness</i> |
|----------------|-------------------|-------------------------|------------------|---------------------|---------------------------|
| C1 | 120 | <i>Open_Rectangular</i> | 1,2 | 1,2 | 0,011 |
| C2 | 179 | <i>Open_Rectangular</i> | 1,2 | 1,2 | 0,011 |
| C3 | 293 | <i>Open_Rectangular</i> | 1,2 | 1,2 | 0,011 |
| C4 | 373 | <i>Open_Rectangular</i> | 1,2 | 1,2 | 0,011 |
| C5 | 252 | <i>Open_Rectangular</i> | 1,2 | 1,2 | 0,011 |
| C6 | 107 | <i>Open_Rectangular</i> | 1,2 | 1,2 | 0,011 |
| C7 | 340 | <i>Open_Rectangular</i> | 1,2 | 1,2 | 0,011 |
| C8 | 318 | <i>Open_Rectangular</i> | 1,2 | 1,2 | 0,011 |
| C9 | 360 | <i>Open_Rectangular</i> | 1,2 | 1,2 | 0,011 |
| C10 | 254 | <i>Open_Rectangular</i> | 1,2 | 1,2 | 0,011 |
| C11 | 103 | <i>Open_Rectangular</i> | 1,2 | 1,2 | 0,011 |

Nilai *conduit roughness* yakni saluran tersebut diperoleh dari Tabel 3.7. Saluran drainase yang berupa saluran yang terbuat dari beton *Smooth concrete* dan *Range (natural)* nilai *conduit* yaitu 0,011.

5.3 Simulasi EPA SWMM 5.1

Dalam simulasi EPA SWMM 5.1 akan dilakukan simulasi dengan 3 perlakuan yaitu mengubah dimensi drainase, mengubah geometri drainase dan menambah sumur resapan.

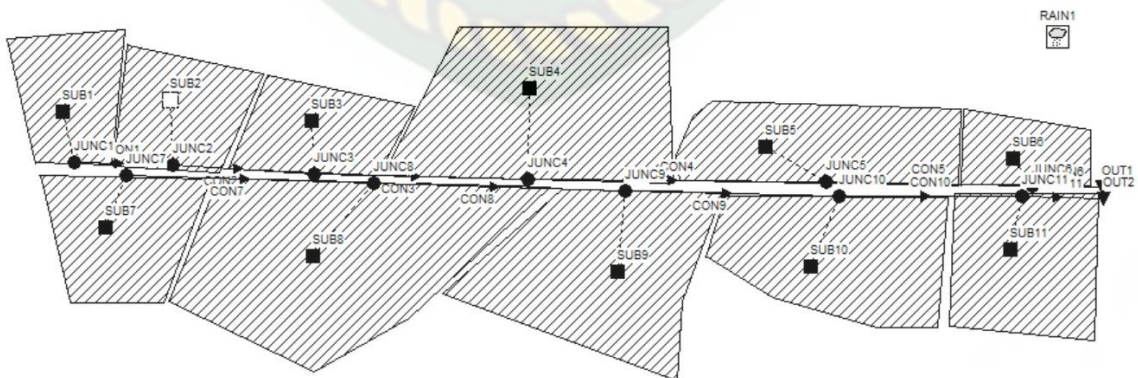
5.3.1 Analisa Eksisting Drainase

Dari Hasil pengamatan di lapangan kondisi eksisting saluran drainase memiliki dimensi $b = 1,2$ m dan $h = 0,8$ dengan bentuk drainase persegi. Untuk sistem pembuangan air hujan masih menjadi satu sistem dengan pembuangan air kotor yang mana hal ini akan mengakibatkan terjadinya pengendapan sampah yang akan menghambat laju aliran air sehingga sering terjadi genangan di saluran drainase diakibatkan oleh tumpukan sampah.



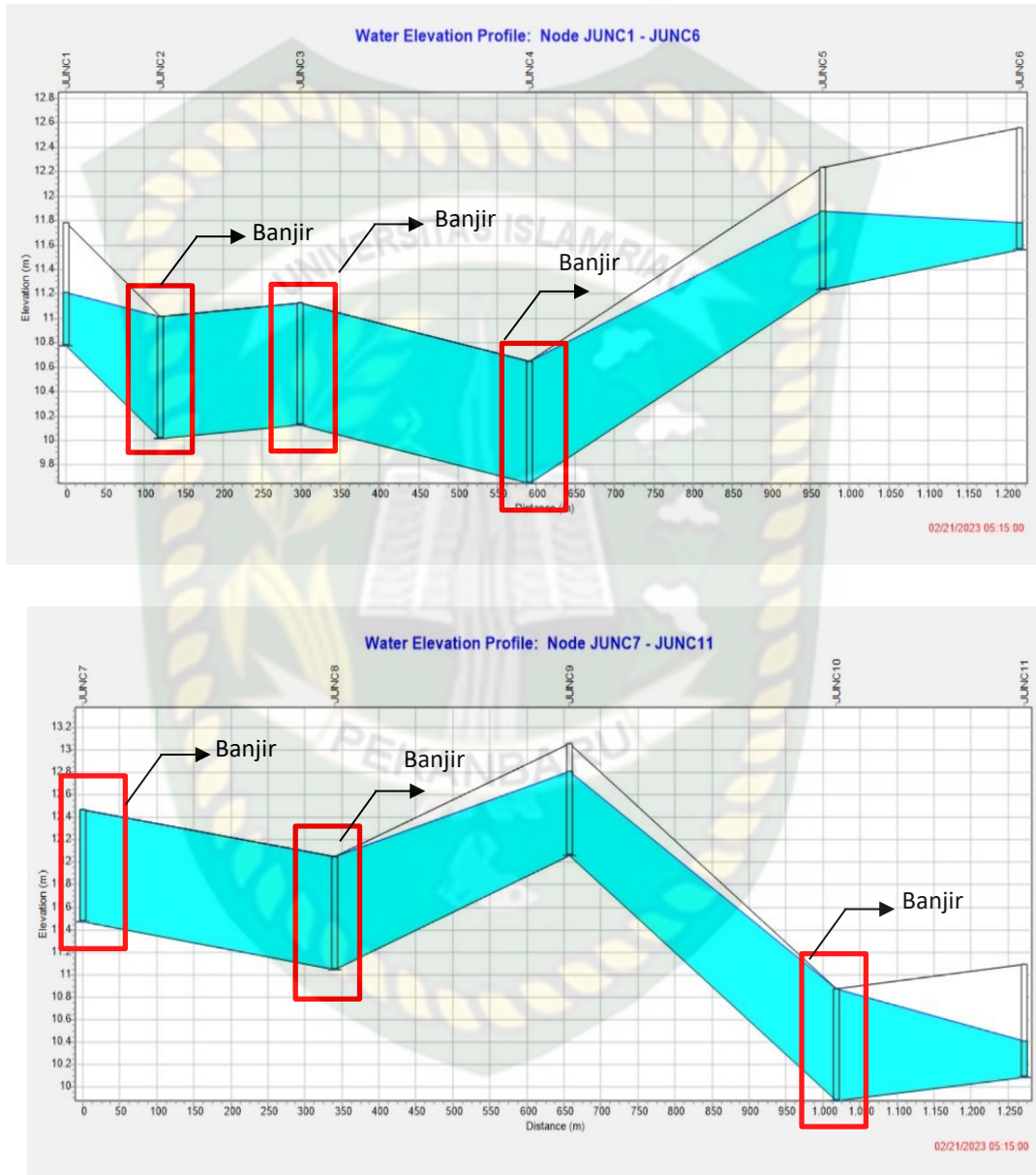
Gambar 5.8 Tumpukan Sampah yang Menggenang Pada Drainase Jalan Darma Bakti kota Pekanbaru

Berikut ini tampak skema jaringan drainase pada saat di lakukan simulasi di EPA SWMM 5.1 pada Gambar 5.9.



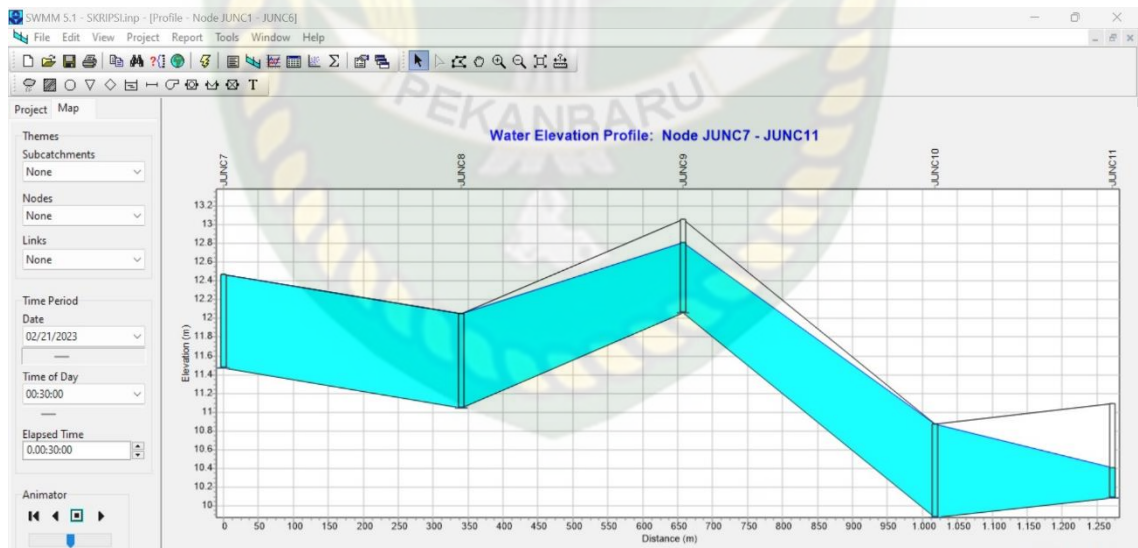
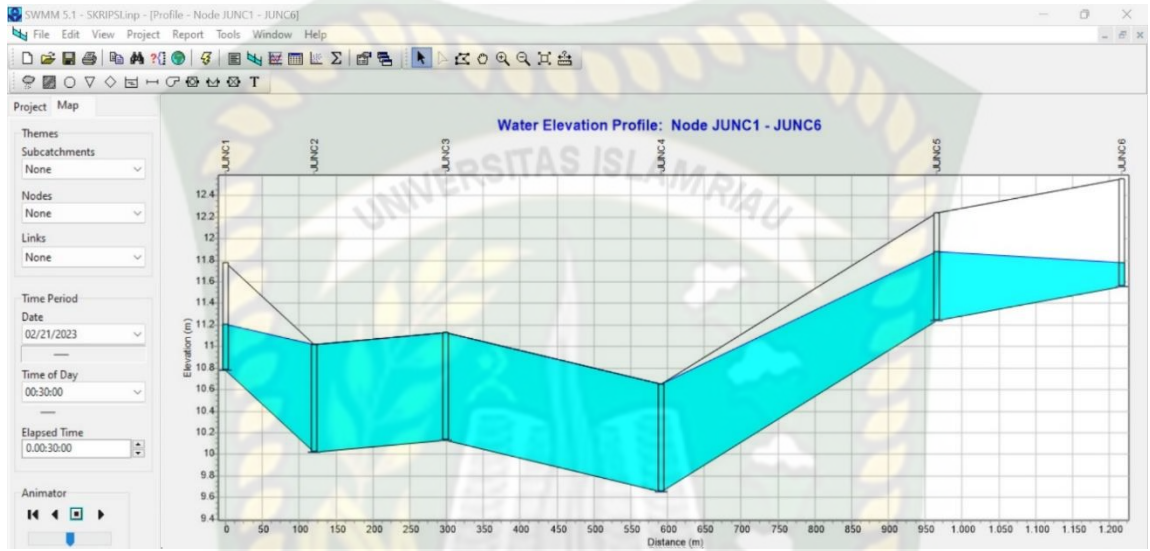
Gambar 5.9 Skema Jaringan Drainase Pada Jalan Darma Bakti

Dapat dilihat kondisi saluran yang tidak dapat menampung limpasan yang terjadi pada simulasi EPA SWMM 5.1. Hasil simulasi saluran drainase ini di dasarkan pada kondisi eksisting.



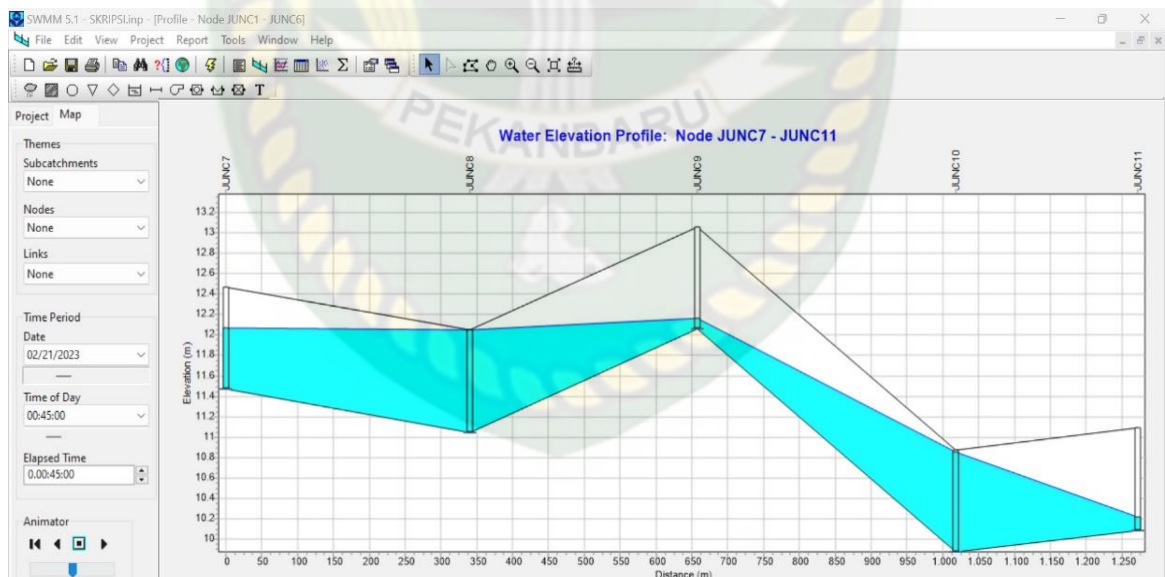
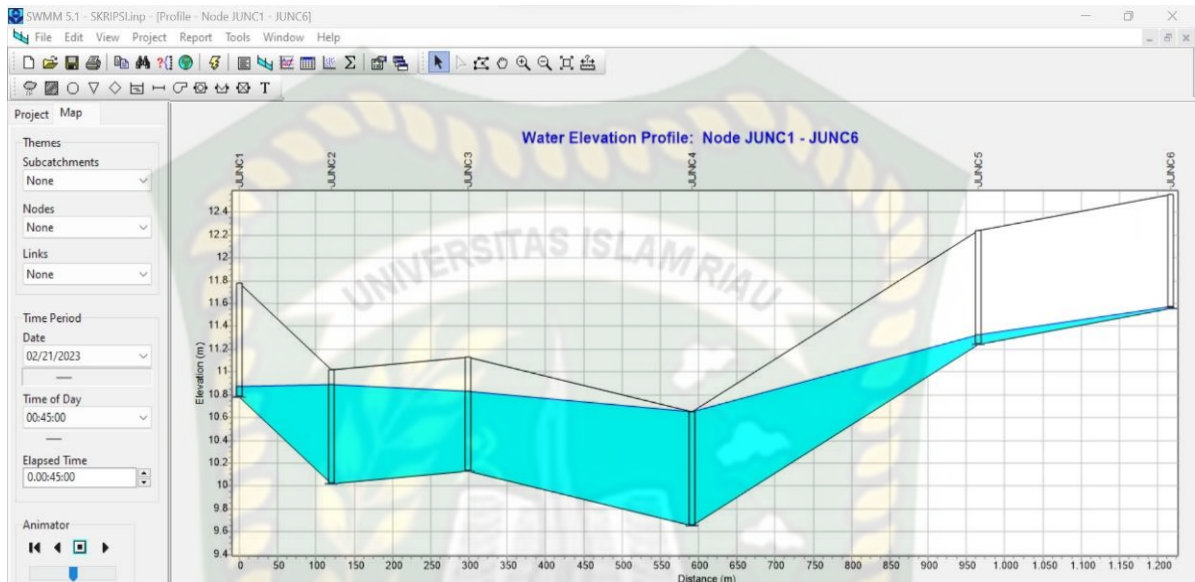
Gambar 5.10 Running Water Elevation Profile Node J1-J2-J3-J4-J5-J6 dan J7-J8-J9-J10-J11

Gambar 5.10 bisa dilihat bahwa banjir terjadi terdapat pada 6 titik berbeda yang bisa dilihat pada tanda kotak merah yang ditandai dengan tinggi banjir mulai 30 – 45 cm. Berikut dibawah ini akan di tampilkan waktu hasil *running* simulasi terjadi nya banjir di Jalan Darma Bakti.



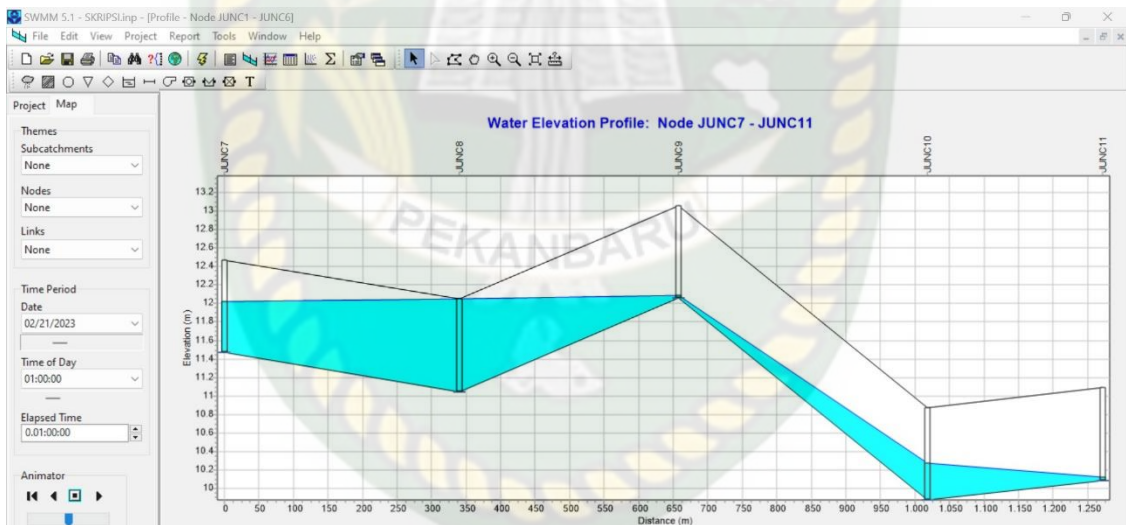
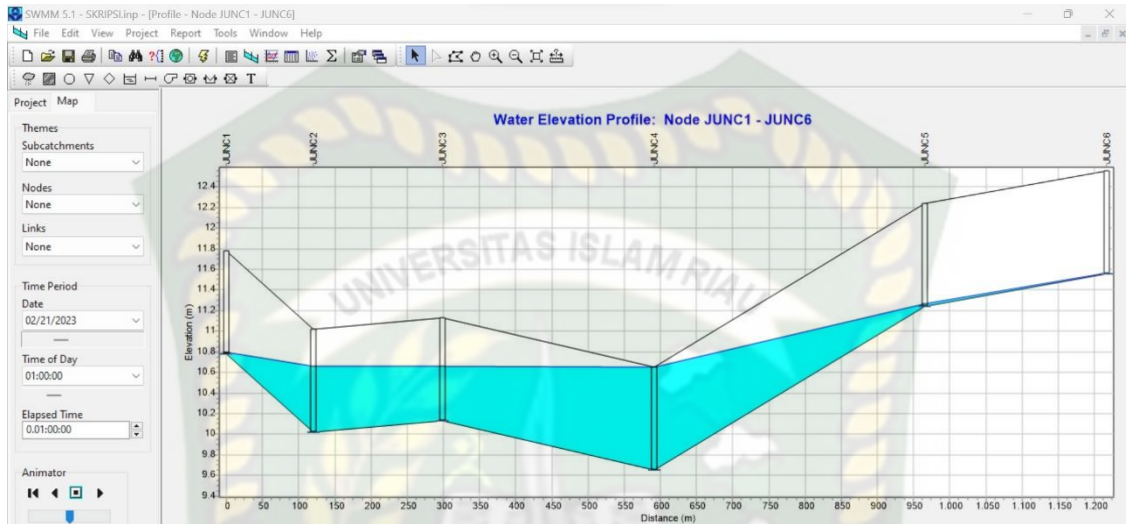
Gambar 5.11 *Running Water Elevation Profile Node J1-J2-J3-J4-J5-J6 dan J8-J9-J10-J11*

Berdasarkan Gambar 5.11 diatas menunjukkan bahwa terjadi banjir pada waktu menit ke 00.30.00. Titik *Junction* yang terjadi banjir yaitu J2-J3-J4 dan J7-J8-J10.



Gambar 5.12 Running Water Elevation Profile Node J1-J2-J3-J4-J5-J6 dan J8-J9-J10-J11

Berdasarkan Gambar 5.12 diatas menunjukkan bahwa terjadi banjir pada waktu menit ke 00.45.00. Titik *Junction* yang terjadi banjir yaitu J4 dan J8-J10.

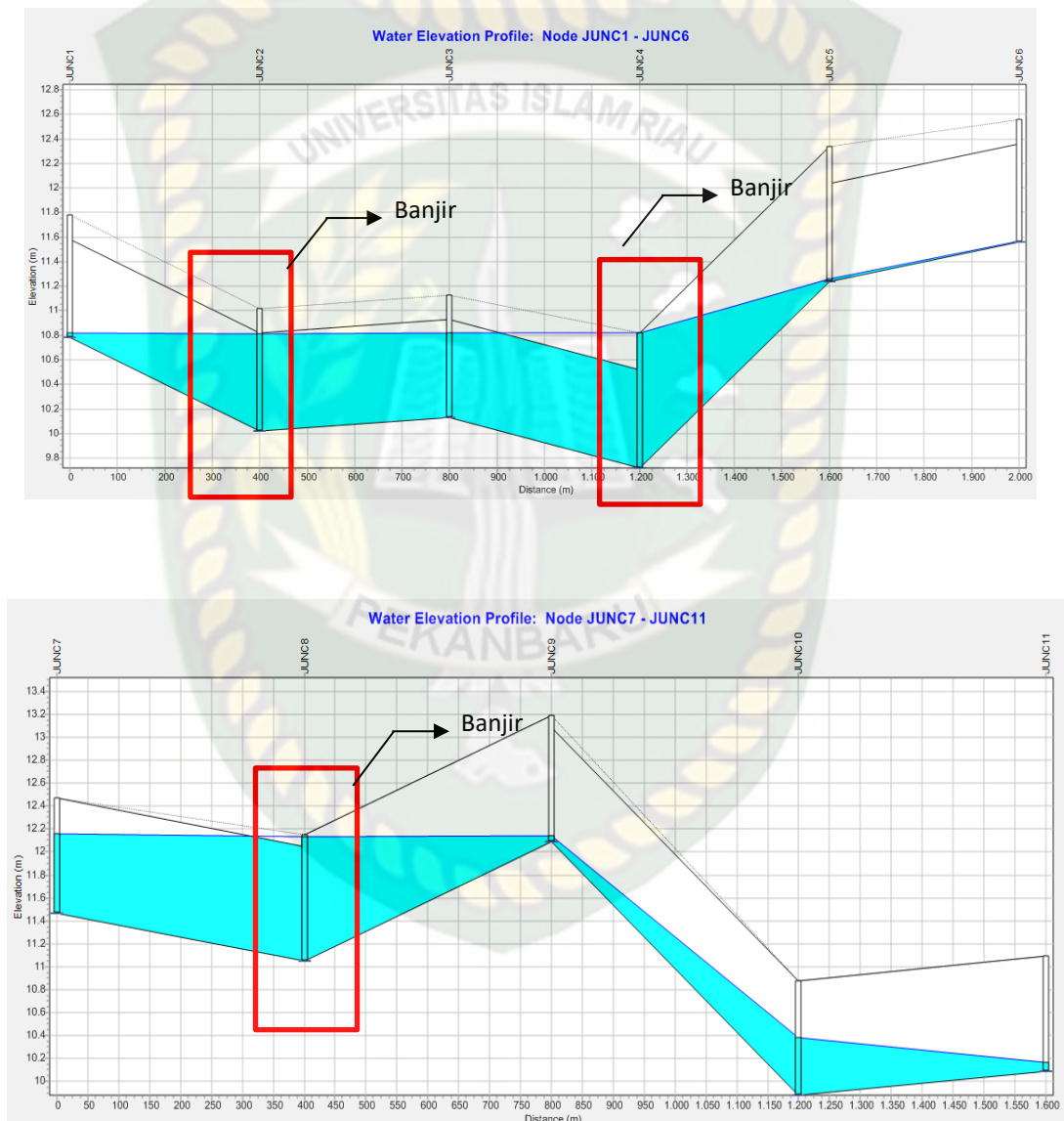


Gambar 5.13 Running Water Elevation Profile Node J1-J2-J3-J4-J5-J6 dan J8-J9-J10-J11

Berdasarkan Gambar 5.13 diatas menunjukkan bahwa terjadi banjir pada waktu menit ke 01.00.00. Titik *Junction* yang terjadi banjir yaitu J4 dan J8.

5.3.2 Skenario 1 (Perubahan Dimensi Saluran)

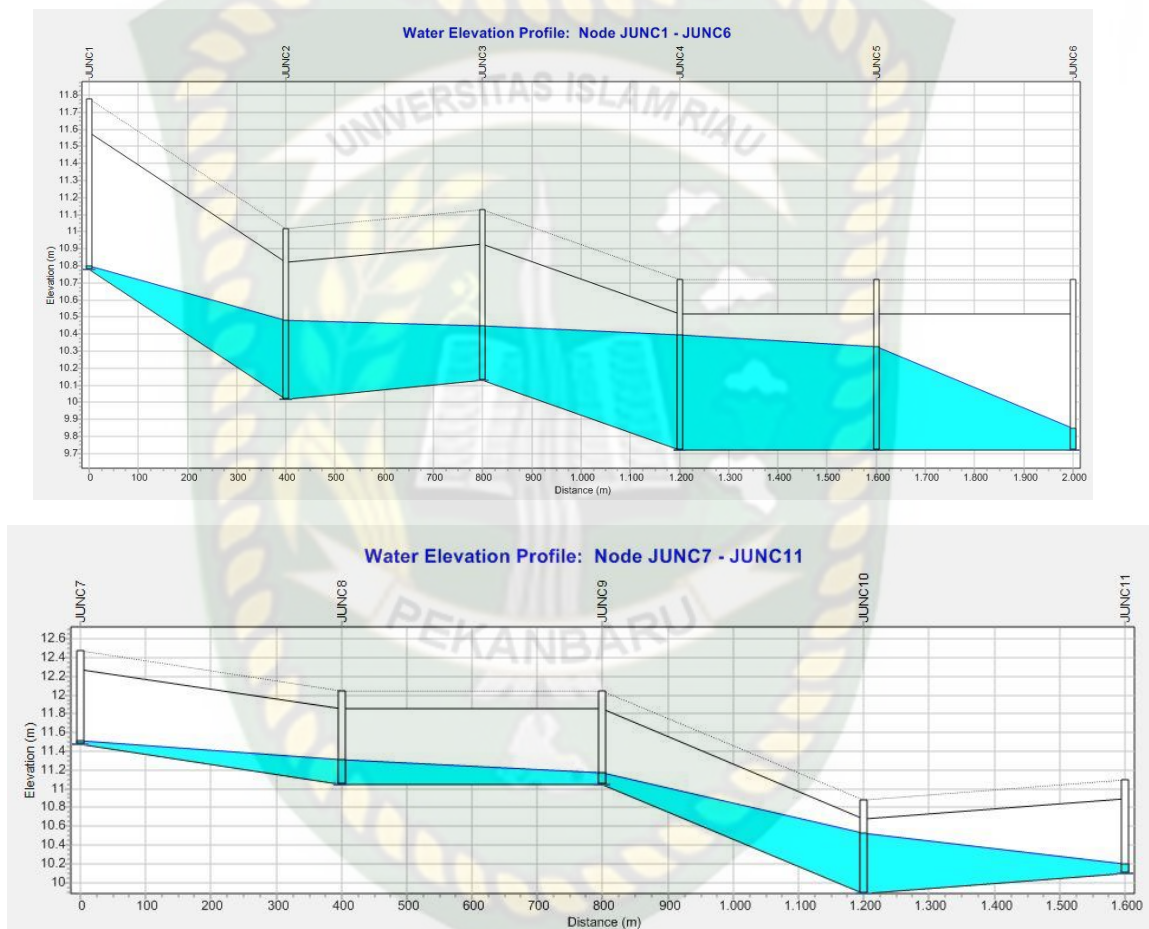
Pada skenario 1 penulis hanya mengubah kedalaman saluran sesuai dengan kondisi di lapangan. Berdasarkan pencegahan banjir di Jalan Darma Bakti yakni dengan dilakukan normalisasi saluran eksisting. Dilakukan dengan mengubah dimensi saluran drainase. Dengan ini dilakukan upaya pencegahan genangan dan banjir dengan cara mengubah dimensi drainase.



Gambar 5.13 Hasil Perubahan Dimensi 1 EPA SWMM 5.1

Pada Gambar 5.13 simulasi ini dicoba untuk mengubah tinggi saluran drainase dengan bentuk drainase persegi pada daerah yang terjadi genangan. Hasil

percobaan running pada Gambar 5.15 terlihat masih terdapat titik banjir pada J2 dan J4 yang mana pada titik J4 jika di pertinggi h maka air semakin meluap sehingga drainase tidak dapat menampung air. Sedangkan J8 semakin dipertinggi ukuran H drainase air juga semakin meluap air sehingga drainase tidak dapat menampung limpasan air pada perencanaan perubahan dimensi $B = 1,2$ m dan $h = 1$ m bentuk drainase persegi, serta ketinggian banjir $0,2$ m / 20 cm.



Gambar 5.14 Hasil Perubahan Dimensi 2 EPA SWMM 5.1

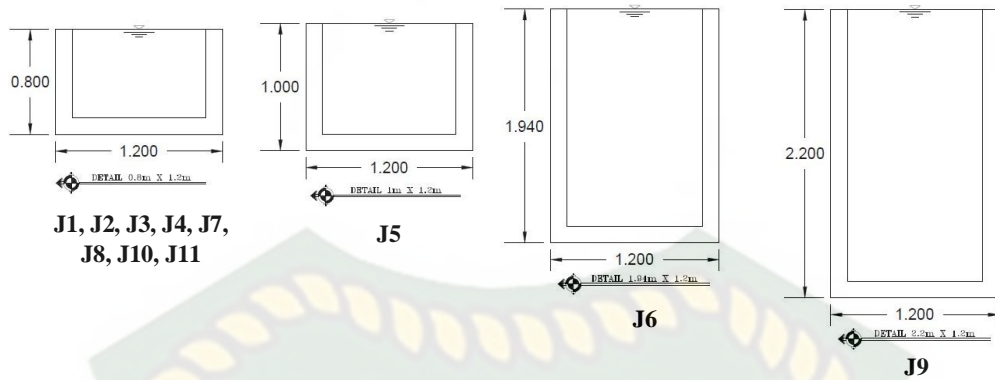
Pada Gambar 5.14 simulasi ke 2 dicoba untuk menyetarakan elevasi pada daerah yang terjadi genangan sehingga di lapangan perlu adanya penggalian untuk memperdalam ukuran tinggi drainase. Hasil percobaan running yang kedua, seperti pada Gambar 5.16 sudah tidak terdapat titik banjir, dengan bentuk drainase persegi dan ukuran dimensi $b = 1,2$ m, $h = 0,8$ m (J1, J2, J3, J4, J7, J8, J10, J11)

sedangkan $b = 1,2$ m, $h = 1,94$ m (J5), $b = 1,2$ m, $h = 2,2$ m (J6) dan $b = 1,2$ m, $h = 1,09$ m (J9) . untuk titik drainase J5 dan J6 memiliki ketinggian $2,75x$ dari h kondisi eksisting yaitu $1,94$ m dan $2,2$ m sedangkan J9 memiliki ketinggian $1,36x$ dari h kondisi eksisting yaitu $1,09$ m, dimensi rencana saluran dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 5.17 Dimensi Saluran Drainase Skenario 1

| Conduit | Node | | Elevasi | | Panjang Saluran L (m) | Dimensi Eksisting | | Dimensi Saluran Hasil Simulasi | |
|---------|------|-------|----------|-----------|-----------------------------|-------------------|-------|--------------------------------|-------|
| | Awal | Akhir | Awal (m) | Akhir (m) | | b (m) | h (m) | b (m) | h (m) |
| C1 | J1 | J2 | 10,78 | 10,02 | 97,6 | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 0,8 |
| C2 | J2 | J3 | 10,02 | 10,13 | 97,6 | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 0,8 |
| C3 | J3 | J4 | 10,13 | 9,72 | 216 | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 0,8 |
| C4 | J4 | J5 | 9,72 | 11,24 | 130 | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 0,8 |
| C5 | J5 | J6 | 11,24 | 11,56 | 149 | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 1,94 |
| C6 | J6 | J7 | 11,56 | 11,47 | 163 | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 2,2 |
| C7 | J7 | J8 | 11,47 | 11,05 | 166 | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 0,8 |
| C8 | J8 | J9 | 11,05 | 12,06 | 164 | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 0,8 |
| C9 | J9 | J10 | 12,06 | 9,88 | 205 | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 1,09 |
| C10 | J10 | J11 | 9,88 | 10,09 | 336 | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 0,8 |
| C11 | J11 | Out | 10,09 | 10,07 | 330 | 1,2 | 0,8 | 1,2 | 0,8 |

Merujuk pada penelitian hasil dimensi kawasan Jati kota Padang (Fransiska, 2020) didapatkan hasil kedalaman pada saluran sekunder di daerah proklamasi $2,5$ m yang hasilnya dapat mengatasi banjir, sedangkan untuk kondisi drainase di jalan Darma Bakti kota Pekanbaru pada J5 dan J6 yang merupakan saluran sekunder dengan $h = 1,94$ m dan $2,2$ m jika dibandingkan dengan dimensi drainase kawasan Jati kota Padang maka dapat disimpulkan bahwa drainase jalan Darma Bakti kota Pekanbaru dapat menanggulangi banjir. Gambar hasil perubahan penampang drainase dapat dilihat pada Gambar 5.15.

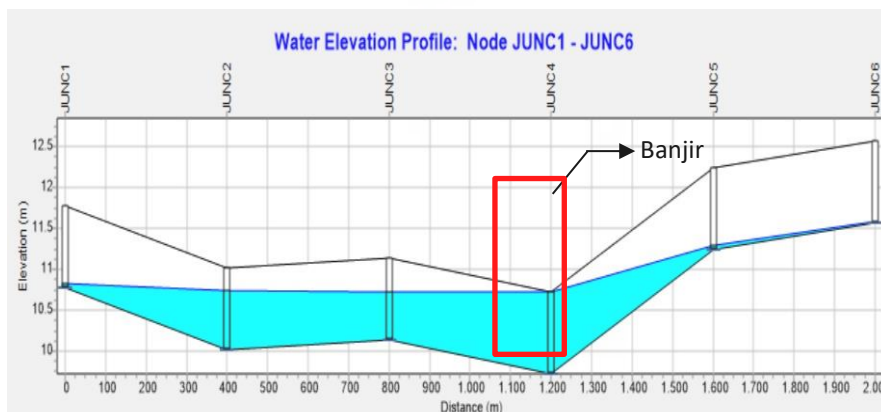


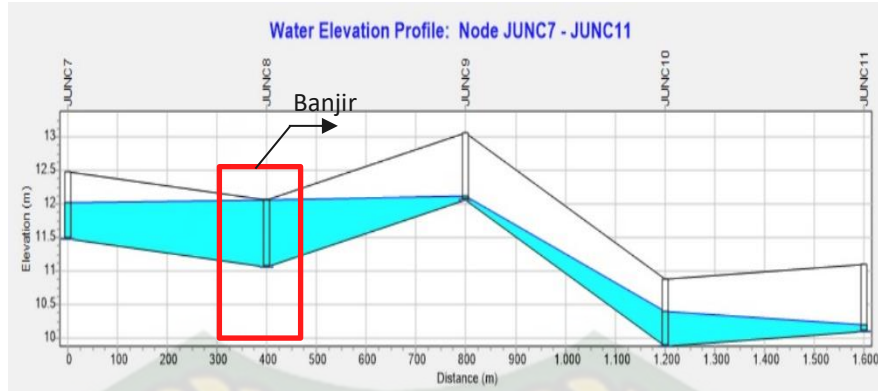
Gambar 5.15 Penampang Drainase Persegi Panjang

Pada penelitian lainnya di Perumahan Margorejo Indah Surabaya (Saputro, 2018) dari hasil simulasi EPA SWMM 5.1 memiliki kedalaman hingga 1,5 m dan dapat diterapkan di lapangan. Sedangkan pada drainase jalan Darma Bakti pada J9 dengan h 1,09 m, jika dibandingkan dengan dimensi di Perumahan Margorejo Indah Surabaya maka dapat disimpulkan bahwa drainase jalan Darma Bakti kota Pekanbaru dapat menanggulangi banjir. Dengan demikian rencana simulasi skenario 2 dengan perubahan dimensi 2 dapat diterapkan dan mencegah banjir.

5.3.3 Skenario 2 (Perubahan Geometri Saluran)

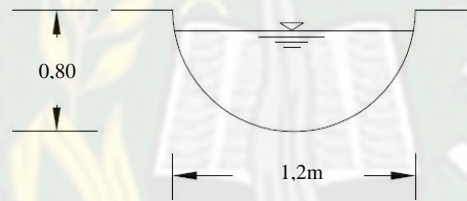
Pada skenario 2 penulis mengubah bentuk geometri drainase dengan kedalaman sesuai dengan kondisi di lapangan. Selain dari mengubah dimensi saluran, melakukan perubahan geometri pada saluran juga merupakan salah satu alternatif untuk menanggulangi terjadinya genangan / banjir. Maka dari itu, penulis akan mengubah bentuk geometri drainase yang awal kondisi eksistingnya persegi menjadi lingkaran.





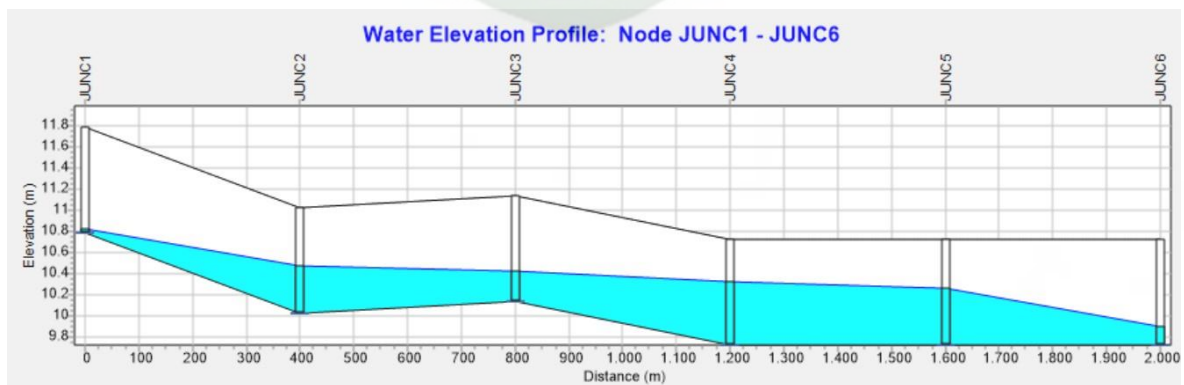
Gambar 5.16 Hasil Perubahan Geometri 1 EPA SWMM 5.1

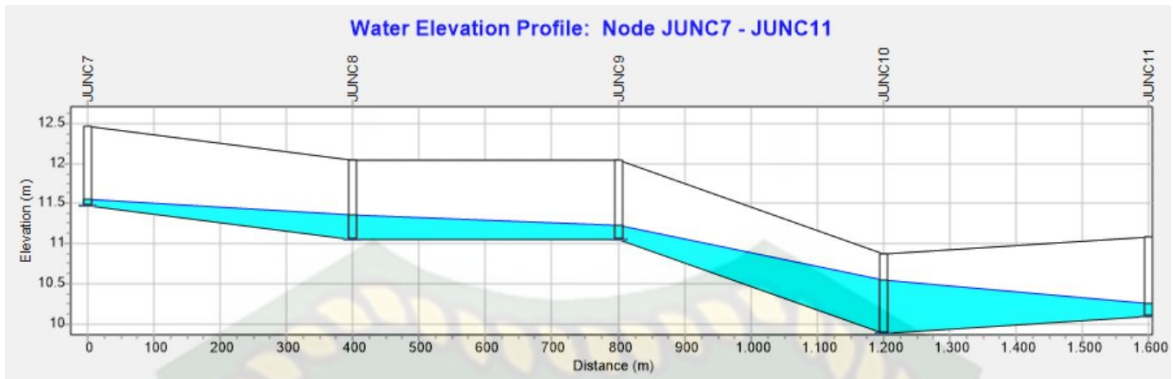
Dari simulasi ini dicoba untuk mengubah bentuk drainase dari persegi ke bentuk lingkaran dengan diameter 1,20 m. Hasil percobaan running pada Gambar 5.16 terlihat masih terdapat titik banjir pada J4 dan J8, dengan ketinggian banjir 20 cm. Gambar penampang dimensi saluran dapat dilihat pada Gambar 5.17.



Gambar 5.17 Penampang dimensi setengah lingkaran

jika dibandingkan dengan drainase persegi drainase dengan geometri lingkaran lebih efektif dari pada persegi dikarenakan pada simulasi perubahan dimensi persegi terdapat 6 titik drainase yang tidak mampu menampung limpasan, sedangkan pada geometri lingkaran hanya terdapat 2 titik banjir, selain itu sepanjang drainase dapat menampung limpasan air.



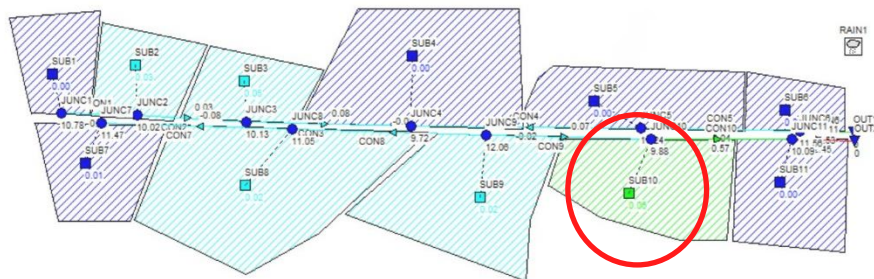


Gambar 5.18 Hasil Perubahan Geometri 2 EPA SWMM 5.1

Dari simulasi ini dicoba untuk mengubah bentuk drainase dari persegi ke bentuk lingkaran penuh serta diubah ukuran elevasi di lapangan untuk meminimalisir terjadinya genangan dengan diameter 1,2 m. Hasil percobaan running pada Gambar 5.18 tidak terdapat titik genangan di sepanjang drainase bahkan lebih baik menampung air limpasan dari pada drainase geometri persegi.

5.3.4 Skenario 3 (Perencanaan Sumur Resapan)

Pada skenario 3 penulis merencanakan sumur resapan agar dapat menanggulangi banjir. Sumur resapan merupakan sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap kedalam tanah. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan terlihat limpasan terbesar terjadi pada *subcatchment* 10 dapat dilihat pada gambar 5.19 (yang dilingkari) yaitu sebesar 0,672 m³ /detik, untuk itu penulis mengambil titik tinjauan pada *subcatchment* 10.



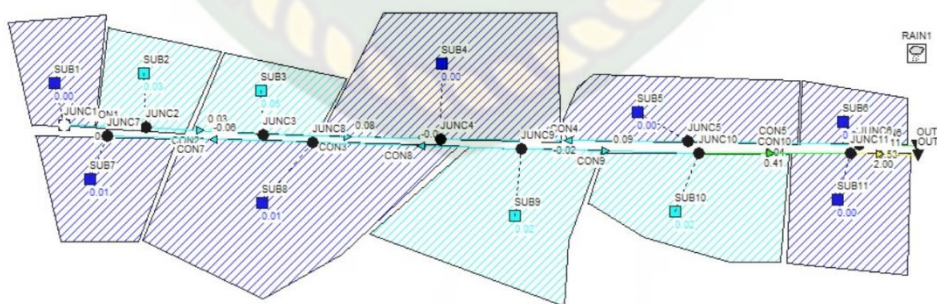
Gambar 5.19 *Subcatchment* Runoff di jalan Darma Bakti pada EPA SWMM 5.1

Untuk mengurangi debit limpasan pada area tersebut maka penulis merencanakan sumur resapan per 3.100 m² dengan jumlah 22 sumur resapan (Lampiran A -11).

Tabel 5.18 Hasil Perhitungan Sumur Resapan

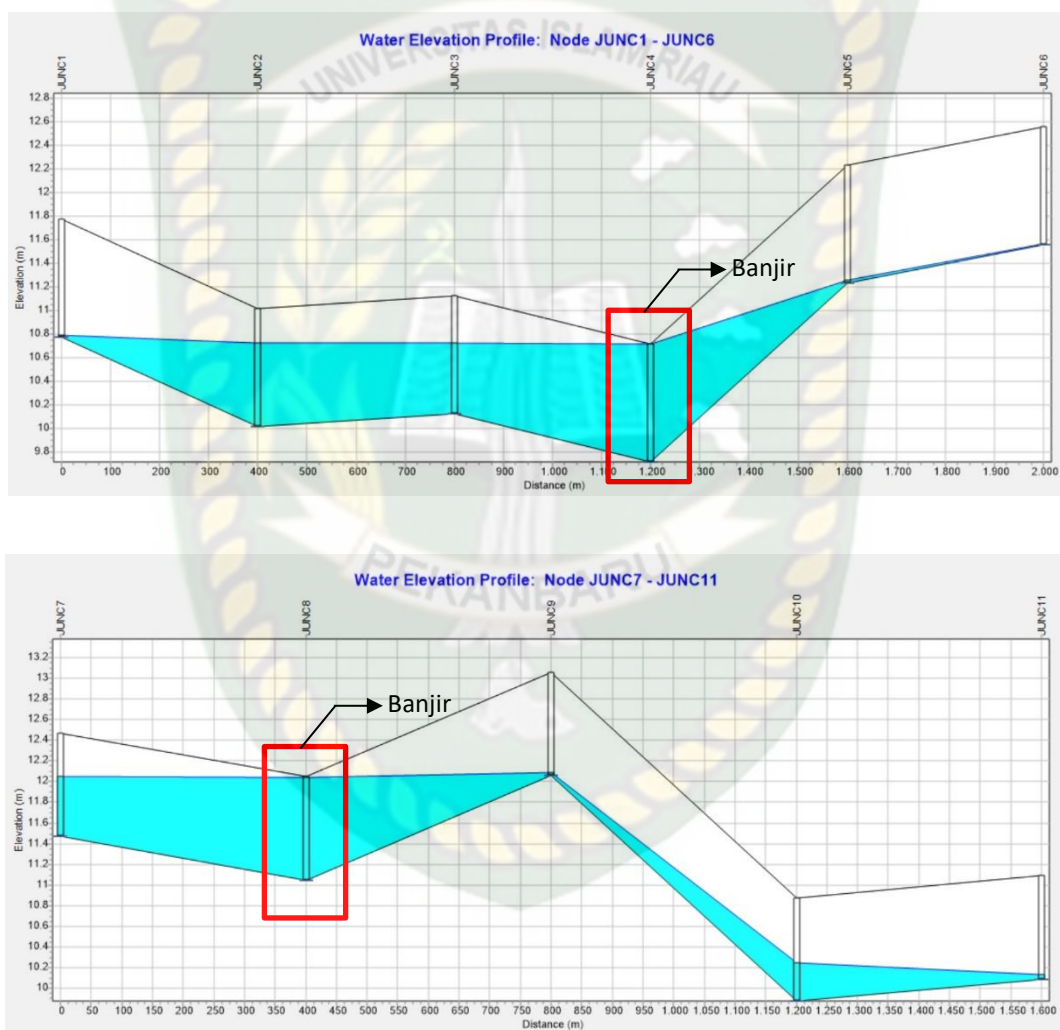
| H (m) | R (m) | FK | FKT a | πR^2 b | (a/b) c | Exp(-c) d | 1-(d) | Q (m ³ /detik) |
|----------|----------|-----------|----------|----------------|------------|--------------|-------|------------------------------|
| 7 | 0,6 | 0,0000495 | 4,455 | 1,1304 | 3,941 | 0,019 | 0,981 | 0,0015 |

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan debit yang terserap untuk 22 sumur resapan adalah 0.6405 m³/detik yang mana pada *subcatchment* 10 di Gambar 5.17. Untuk mengkonversikan debit sumur resapan pada program EPA SWMM 5.1, penulis menggunakan cara *trial and error* pada *subcatchment* 10 dengan mengurangi % *impervious* sampai didapat hasil pengurangan debit limpasan sebesar 0,639 m³/detik. Setelah didapat persen pengurangan % *impervious* yaitu sebesar 45,78%, maka dilakukan pengurangan % *impervious* tersebut pada tiap *subcatchment*. Kemudian lakukan *running* simulasi, maka hasil bisa terlihat pada Gambar 5.19 di bawah ini yaitu debit limpasan pada tiap *subcatchment* berkurang dan jumlah titik banjir pada saluran berkurang hanya menjadi 2 titik banjir dengan tinggi banjir 18 cm Gambar 5.20.



Gambar 5.20 *Subcatchment Runoff* perubahan *Impervious Subcatchment* di jalan Darma Bakti pada EPA SWMM 5.1

Merujuk pada hasil pengendalian banjir menggunakan sumur resapan di kawasan Jati kota Padang (Fransiska, 2020) didapatkan hasil 975 sumur resapan pada setiap wilayah 1586 m² dan dapat menanggulangi banjir. Sedangkan pada drainase jalan Darma Bakti didapatkan 22 sumur resapan pada setiap wilayah 3.100m² (Lampiran A-11). Dengan perhitungan $Q_{\text{tertampung}} < Q_{\text{limpasan}}$ pada simulasi EPA SWMM 5.1 dengan demikian rencana simulasi skenario 2 dengan perubahan dimensi 2 dapat diterapkan dan mencegah banjir.



Gambar 5.21 Hasil Penambahan Sumur Resapan simulasi EPA SWMM 5.1

Berikut adalah hasil rekapan dari simulasi ketiga Skenario pada Software EPA SWMM 5.1 dapat dilihat pada Tabel 5.18

Tabel 5.18 Hasil dari 3 Skenario Simulasi EPA SWMM 5.1

| No | Jenis Perlakuan | Skenario 1 | | Skenario 2 | | Skenario 3 |
|----|---------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|--|
| 1. | Hasil Simulasi | Perubahan dimensi kedalaman | | Mengubah geometri drainase | | Merencanakan sumur resapan |
| 2. | Dimensi | J1, J2, J3, J4, J7, J8, J10, J11 b = 1,2 m ; h= 0,8 m J5 b = 1,2 m, ; h = 1,94 m J6 B = 1,2m, h = 2,2 m J9 b = 1,2 m, h = 1,09 m | | J1, J2, J3, J4, J5, J6, J7, J8, J9 J10, J11 Diameter = 1,2 m | | Jumlah = 22 buah R = 0,7 m H = 3 m |
| 3. | Bentuk penampang | Persegi panjang | | Setengah lingkaran | | Sumur resapan |
| 4. | Tinggi banjir | 20 cm | | 20 cm | | 18 cm |
| 5. | Jumlah titik banjir | Simulasi I 3 titik | Simulasi II Tidak ada | Simulasi I 2 titik | Simulasi II Tidak ada | aman |

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa saluran drainase jalan Darma Bakti kota Pekanbaru maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Jaringan drainase dikawasan tersebut tidak mampu menampung debit dengan tinggi banjir 30 – 45 cm, dimana terdapat 6 titik banjir.
2. Untuk pengendalian banjir di jalan Darma Bakti kota Pekanbaru dilakukan dengan 3 skenario yaitu mengubah dimensi saluran (memperdalam saluran dengan geometri drainase persegi panjang dan ukuran dimensi lebar (b) = 1,2 m ; tinggi (h)= 0,8 m (J1, J2, J3, J4, J7, J8, J10, J11) sedangkan b = 1,2 m, h = 1,94 m (J5), b =1,2m, h = 2,2 m (J6) dan b = 1,2 m, h = 1,09 m (J9) . Untuk titik drainase J5 dan J6 memiliki ketinggian 2,75 kali h eksisting yaitu 1,94 m dan 2,2 m sedangkan J9 memiliki ketinggian 1,36 kali h eksisting yaitu 1,09 m) , mengubah geometri saluran drainase (bentuk lingkaran dengan diameter 1,2 m) dan merencanakan sumur resapan (22 buah; dimensi R = 0,7 m , H = 3m)

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisa penelitian, maka didapatkan saran sebagai berikut :

1. Dapat menjadi bahan referensi pertimbangan dan referensi data untuk pihak instansi dinas terkait serta masukan perihal permintaan warga mengenai pengelolaan drainase yang tidak menampung limpasan air bagi pemerintah terkait dalam menangani permasalahan banjir di jalan Darma Bakti.
2. Untuk penelitian selanjutnya dalam penanggulangan banjir dapat meninjau mengenai variasi komponen simulasi pada EPA SWMM 5.1 seperti *impervious*, *zero impervious*, *pervious* dan *depression storage*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati. 2013. *Uji Materi Undang-undang tentang Sumber Daya Air*. Mahkamah Konstitusi, Jakarta.
- Amrulloh dkk. 2021. Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Jalan Kaliurang Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember. *Jurnal Teknik*: Universitas Jember.
- Ardiyanto dkk, 2020. Perencanaan Ulang Sistem Drainase Perumahan Mulyosari Surabaya Timur. *Jurnal Teknik*: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Cristiandi & Lambertus. 2014. Pengembangan Sistem Penyediaan Air Bersih di Kecamatan Poso Kota Sulawesi Tengah. *Jurnal Teknik*: Universitas Sam Ratulangi
- Departemen Pekerjaan Umum. 2006. SNI. *Perencanaan Sistem Drainase Jalan*, Jakarta.
- Direktorat Jendral Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum. 2010. *Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi Dan Folder Dengan Saluran-Saluran Utama*. Jakarta : Direktorat Jendral Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum.
- Efrizal dkk. 2022. Implementasi Software Hec-Ras 4.1.0 dan Epa Stom Water Management Model 5.1.0 Pada Efektivitas Analisis Saluran Drainase (Studi Kasus Desa Kelet Kecamatan Keling Kabupaten Jepara). *Jurnal Teknik*: Universitas Nadhatul Ulama Jepara.
- Fransiska dkk. 2020. Simulasi Dengan Program EPA SWMM Versi 5.1 Untuk Mengendalikan Bajir Pada Jaringan Drainase Kawasan Jati. *Jurnal Teknik*: Universitas Batanghari Jambi
- Harisuseno dkk. 2017. *Limpasan Permukaan Secara Keruangan*. UB Press, Malang.
- Hasmar, H.A Halim. 2011. *Drainase Perkotaan*. UII Press, Yogyakarta.
- Kartiko & Waspodo. 2018. Analisa Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Program SWMM 5.1 di Perumahan Tasmania Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Teknik*: Institut Pertanian Bogor.

- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. 2020. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor: 8 tahun 2020 *tentang Petunjuk Operasional Penyelenggaraan Khusus Infrastruktur Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.*
- Kementrian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2014. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor: 12/PRT/M/2014 *tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.*
- Kusnaedi. 2011. *Sumur Resapan Untuk Pemukiman Perkotaan Dan Pedesaan.* Jakarta : Penebar Swadaya.
- Kustamar. 2019. *Sistem Drainase Perkotaan Pada Kawasan Pertanian, Urban Dan Pesisir.* Malang: Dream Litera.
- Maryam, Siti. 2018. Analisis Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Saluran Drainase Guna Mendukung Infrastruktur Jalan Jendral Sudirman (Jalan Poros) Kabupaten Karimun Menggunakan Model EPA SWMM 5.0. *Tugas Akhir.* Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru.
- McDonough, J. M., 2009. *Lectures in Elementary Fluid Dynamics : Physics, Mathematics and Application.* Departments of Mechanical Engineering and Mathematics University of Kentucky, Lexington.
- Purnomo dkk. 2021. Evaluasi Saluran Drainase di Kecamatan Bojonegoro Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Teknik:* Universitas Islam Malang.
- Rossman, Lewis A & Huber W. C. 2015. *Storm Water Management Reference Manual Volume I-Hidrology (Revised).* Cincinnati, OH : U.S Environmental Protection Agency, National Risk Management Research Laboratory.
- Saputro dkk. 2018. Evaluasi Drainase Perumahan Margorejo Indah Dengan Permodelan EPA SWMM 5.1. *Jurnal Teknik:* Universitas 17 Agustus Surabaya.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. Standar Nasional Indonesia Nomor 03-2453-2002 *tentang Tata cara perencanaan teknik sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan.*

- Suprpto dkk, 2019. Analisis Sistem Drainase Untuk Penangan Genangan di Kecamatan Magetan Bagian Utara. *Jurnal Teknik*: Universitas Sebelas Maret.
- Suripin. 2004. *Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Triadmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- United States Environmental Protection Agency. 1971. *EPA History Protecting Human Health and the Environment*. United States: Environmental Protection Agency.
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.