

EVALUASI PERENCANAAN DRAINASE MENGGUNAKAN SIMULASI HEC RAS 4.0 (Studi Kasus : Jalan Budiman – Tembilahan)

Jusatria¹, M. Gasali M.²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Indragiri, Tembilahan

Email: jusatria2901@gmail.com (korespondensi)

Abstract

The rapid development of the city has resulted in the development of construction in each city getting more massive with a relatively fast duration of development. This has very significant impacts on the livelihoods of the people. One of the impacts is flooding that occurs due to wrong land use and improper drainage makers. Drainage as a diversion system for excess water is needed to divert water that falls into the road body and tackle inundation that occurs when it rains. This is intended to reduce the risk of accidents due to slipping of tires by puddle. The planning of the road surface drainage system in the case of the Budiman Kota Tembilahan road needs important attention in order to avoid flooding or accidents. In this study, an analysis of drainage planning was carried out with a simulation using hecras 4.0 software to simulate the planned drainage conditions on Jalan Budiman, Tembilahan city. After collecting data on the length of the drainage channel on Jalan Budiman, Tembilahan city and Catchment for the residential area on Jalan Budiman, Tembilahan city, as well as rainfall data for the last 10 years, the planned discharge and drainage for the drainage of Jalan Budiman, Tembilahan city are $Q_{rencana} = 0,141 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan $Q_{saluran} = 0,264 \text{ m}^3/\text{dt}$ dimana $Q_s > Q_r$ with a rectangular cross section. Then the calculation simulation can be done using HEC-RAS 4.0 software. The results of the analysis of the drainage planning of Tembilahan city roads state that the planned drainage using hecras simulations based on manual calculations is able to accommodate discharge and no runoff.

Keywords: Hec ras 4.0, discharge, simulation

Abstrak

Pesatnya perkembangan kota mengakibatkan perkembangan pembangunan pada tiap – tiap kota semakin masif dengan durasi perkembangan yang relatif cepat. Hal tersebut memiliki dampak – dampak yang sangat signifikan bagi hajat hidup warga. Salah satu dampaknya ialah banjir yg terjadi diakibatkan tata guna lahan yang salah dan pembuat drainase yang tidak tepat. Drainase sebagai sistem pengalih kelebihan air sangat diperlukan untuk mengalihkan air yang jatuh ke badan jalan dan menanggulangi genangan yang terjadi ketika hujan. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengurangi resiko kecelakaan karena tergelincirnya ban akibat air. Perencanaan sistem drainase permukaan jalan dalam kasus jalan budiman kota tembilahan perlu mendapat perhatian yang penting guna terhindar dari genangan banjir atau kecelakaan. Pada penelitian ini dilakukan analisis perencanaan drainase dengan simulasi menggunakan software hecras 4.0 guna mensimulasikan kondisi drainase yang direncanakan pada Jalan Budiman kota Tembilahan. Setelah mengumpulkan data panjang saluran drainase di jalan Budiman kota Tembilahan dan Catchment Area pemukiman di Jalan Budiman kota Tembilahan, serta data curah hujan 10 tahun terakhir diperoleh debit rencana dan debit saluran untuk drainase Jalan Budiman kota Tembilahan adalah $Q_{rencana} = 0,141 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan $Q_{saluran} = 0,264 \text{ m}^3/\text{dt}$ dimana $Q_s > Q_r$ dengan penampang persegi empat. Kemudian dapat dilakukan simulasi perhitungan menggunakan software HEC-RAS 4.0. Hasil dari Analisis perencanaan drainase jalan budiman kota tembilahan menyatakan drainase yang direncanakan dengan menggunakan simulasi hecras yang berdasarkan hitungan manual mampu mengakomodasi debit dan tidak terjadi limpasan.

Kata kunci: Hec Ras 4.0, Debit, simulasi.

1. PENDAHULUAN

Kemajuan sebuah kota memiliki dampak yang besar dalam perkembangan pembangunan baik dalam bentuk gedung ataupun jalan yang memiliki kehidupan masyarakat yang meninggalkan kota tersebut. Dengan pesatnya perkembangan kota mengakibatkan perkembangan pembangunan pada tiap – tiap kota semakin masif dengan durasi perkembangan yang relatif cepat. Hal tersebut memiliki dampak – dampak yang sangat signifikan bagi hajat hidup warga. Salah satu dampaknya ialah banjir yg terjadi diakibatkan tata guna lahan yang salah dan pembuat drainase yang tidak tepat.

Drainase sebagai sistem pengalihan kelebihan air sangat diperlukan untuk mengalihkan air yang jatuh ke badan jalan dan menanggulangi genangan yang terjadi ketika hujan. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengurangi resiko kecelakaan karena tergelincirnya ban akibat air.

Fungsi drainase sebagai prasarana dan kelengkapan sistem jalan yaitu untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) dan atau bangunan resapan seperti embung. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk mengurangi daerah genangan air atau banjir dan menghindari sedimen yang mengarah ke jalan. Oleh karena itu, perencanaan sistem drainase permukaan jalan dalam kasus jalan budiman kota tembilahan perlu mendapat perhatian yang penting guna terhindar dari genangan banjir atau kecelakaan akibat tergeincirnya ban akibat genangan air hujan, serta mendukung kegiatan lingkungan kampus dengan baik dan nyaman.

Berdasarkan latar belakang yang ada penulis memandang perlu adanya analisis perencanaan drainase dengan simulasi dengan bantuan software hecras guna mensimulasikan kondisi drainase yang direncanakan pada jalan budiman kota tembilahan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004).

2.1 Analisis Data Curah Hujan

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi.

Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Analisa digunakan curah hujan rencana, hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana.

Penentuan curah hujan rencana diperlukan untuk ditransformasikan menjadi debit rencana. Secara defenisi curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar yang mungkin terjadi disuatu daerah pada priode ulangan tertentu yang dipakai sebagai dasar perhitungan perencanaan suatu bangunan.

Metode yang digunakan menghitung hujan rencana yaitu Distribusi Normal, Distribusi Log-Normal, Distribusi Gumbel, Distribusi Pearson III (Soewarno, 1995).

2.1.1 Metode Gumbel

Jika data hujan yang dipergunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas) (Kamiana, 2010). Perhitungan curah hujan rencana menurut Metode Gumbel, mempunyai perumusan sebagai berikut:

$$X = \bar{X} + SK \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

\bar{X} = Harga rata-rata sampel.

S = Standar Deviasi (simpangan baku) sampel.

Nilai K (Faktor probabilitas) untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$Y_{Tr} = 1n \{-\ln Tr - 1Tr\} \dots \dots \dots (2.3)$$

2.1.2 Metode Log Person III

Perhitungan curah hujan rencana menurut metode Log Pearson Type III, mempunyai langkah-langkah perumusan sebagai berikut:

1. Ubah data dalam bentuk logaritma,

$X = \text{Log } X$

2. Hitung harga rata-rata:

$$\text{Log } \bar{X} = \sum \log X_i / n = 1n \dots \dots \dots (2.4)$$

3. Hitung harga Simpangan Baku

$$S = [\sum (\log X_i - \log \bar{X})^2 / (n-1)]^{0,5} \dots \dots (2.5)$$

4. Hitung Koefisien Kemencengan:

$$G = \sum (x_i - \bar{x})^3 / [n(n-1)(n-2)S^3] \dots \dots (2.6)$$

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

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K_s \dots \dots \dots (2.7)$$

2.1.3 Metode Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Perhitungan

curah hujan rencana menurut metode distribusi normal, mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$XT = \bar{X} + KT \cdot S \dots\dots\dots (2.8)$$

$$KT = \frac{XT - \bar{X}}{S} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

XT = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi periode ulang T- tahunan.

\bar{X} = Nilai rata-rata hitung variat.

S = Deviasi standar nilai variat.

KT = Faktor Frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode, ulang dan tipe model matematik disrtibusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

2.1.4 Metode Log Normal

Distribusi Log Normal untuk data X diubah kedalam bentuk logaritmik $Y = \log X$, Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Untuk distribusi Log Normal perhitungan curah hujan rencana menggunakan persamaan berikut ini :

$$YT = \bar{Y} + KT \cdot S \dots\dots\dots (2.10)$$

$$KT = \frac{YT - \bar{Y}}{S} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

YT = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang

T-tahun,

\bar{Y} = nilai rata-rata hitung variat,

S = deviasi standar nilai variat, dan

KT = Faktor Frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik disrtibusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

2.2 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya.

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi (Wesli, 2008).

Data curah hujan jangka pendek ini hanya dapat diperoleh dengan menggunakan alat pencatat hujan otomatis. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe.

$$I = R_{24} / 24(24/t)^{2/3} \text{ mm/jam} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya waktu konsentrasi (jam)

R_{24} = Curah hujan maksimal harian (selama 24 jam/mm)

2.3 Debit Puncak Banjir

Banjir didefinisikan sebagai debit/tinggi aliran air dalam suatu saluran, karena berbagai sebab melebihi kapasitas maksimum secara normal (Foster, 1949). Debit rencana adalah debit maksimum yang akan dialirkan oleh saluran drainase untuk mencegah terjadinya genangan. Untuk drainase perkotaan dan jalan raya, sebagai debit rencana debit banjir maksimum periode ulang 5 tahun, yang mempunyai makna kemungkinan banjir maksimum tersebut disamai atau dilampaui 1 kali dalam 5 tahun atau 2 kali dalam 10 tahun atau 20 kali dalam 100 tahun.

Perencanaan debit rencana untuk drainase perkotaan dan jalan raya dihadapi dengan persoalan tidak tersedianya data aliran. Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh dari hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya (Metode Rasional). Untuk debit air limbah rumah tangga diestimasikan 25 liter perorang perhari. Adapun rumusan perhitungan debit rencana Metode Rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot CS \cdot I \cdot A \dots\dots\dots (2.13)$$

$$Cs = \frac{2TC}{2TC + td} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

Q = Debit rencana dengan periode ulang T tahun (m^3/dtk)

C = Koefisien aliran permukaan

CS = Koefesien tampungan oleh cekungan terhadap debit rencana

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

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

Tc = Waktu konsentrasi (jam)

Td = Waktu aliran mengalir didalam saluran dari hulu hingga ke tempat Pengukuran (jam)

2.4 Analisis Intensitas Hujan

Data curah hujan dalam suatu waktu tertentu (beberapa menit) yang tercatat pada alat otomatis dapat berubah menjadi instensitas curah hujan perjam. Umpamanya untuk merubah hujan 5 menit menjadi intensitas curah hujan per jam, maka curah hujan ini harus dikalikan dengan 60/5, demikian pula untuk hujan 10 menit dikalikan dengan 60/10. Menurut Dr. Mononobe intensitas hujan (I) didalam rumus rasional dituliskan oleh (Suripin, 2004) berikut:

$$I = R_{24} / 24(24/tc)^{2/3} \text{ Mm/Jam} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana:

R = Curah hujan maksimum (mm)

Tc = Waktu konsentrasi (jam)

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

2.5 Analisis waktu dan kosentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran. Pada prinsipnya waktu konsentrasi dapat dibagi menjadi.

2.6 Debit Rencana

Asumsi dasar yang ada selama ini adalah bahwa kala ulang debit ekuivalen dengan kala ulang hujan. Debit rencana untuk daerah perkotaan umumnya dihendaki pembuangan air yang secepatnya, agar jangan ada genangan air yang berarti. Untuk memenuhi tujuan ini saluran-saluran harus dibuat cukup sesuai dengan debit rancangan.

Menghitung debit puncak pada perencanaan ini dipakai metode rasional, dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = a \cdot \beta \cdot It \cdot A \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana:

$Q =$ debit rencana dengan masa ulang T tahun dalam (m^3/dtk)

$a =$ Koefisien pengaliran

$\beta =$ Koefisien Penyebaran Hujan

$It =$ Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

$A =$ Luas Area Aliran (Km^2)

2.7 Debit Saluran

Debit aliran dalam saluran merupakan fungsi dari kecepatan aliran yang luas penampang basah yang dinyatakan secara matematis. Dimensi saluran harus mampu mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit yang dialirkan oleh saluran (Q_s) sama atau lebih besar dari debit rencana atau debit puncak banjir (Q_r). Hubungan itu dapat ditunjukkan sebagai berikut:

$$Q_s \geq Q_r \dots\dots\dots (2.17)$$

Debit suatu penampang saluran (Q_s) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$Q_s = A_s \cdot V \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana:

$A_s =$ Luas penampang saluran tegak lurus arah aliran (m^2)

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

Untuk merencanakan dimensi penampang pada saluran drainase digunakan rumus aliran seragam. Bentuk penampang saluran drainase dapat merupakan saluran terbuka maupun saluran tertutup tergantung kondisi daerahnya. Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sederhana tetapi

memberikan hasil yang memuaskan (Chow, 1997).

Kecepatan rata-rata aliran didalam saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus Manning yaitu:

$$V = 1/n R^{2/3} S_1^{1/2} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana:

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

$n =$ koefisien kekasaran Manning

$R =$ jari-jari hidrolis (m)

$S_1 =$ kemiringan dasar saluran

$$R = A_s/P \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimana:

$A_s =$ Luas Penampang Saluran Tegak Lurus Arah Aliran (M^2)

$P =$ Keliling Basah Saluran (M)

Tabel 1 Koefisien Manning (n).

| Bahan | Koefisien <i>manning</i> , <i>n</i> |
|---|-------------------------------------|
| Besi tulangan | 0,014 |
| Kaca | 0,010 |
| Saluran beton | 0,013 |
| Bata dilapisi mortar | 0,015 |
| Pasangan batu disemen | 0,025 |
| Saluran tanah bersih | 0,022 |
| Saluran tanah | 0,030 |
| Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput | 0,040 |
| Saluran pada galian batu padat | 0,040 |

2.8 Analisa Kapasitas Saluran

Kapasitas aliran akibat hujan air harus dialirkan melalui saluran drainase sampai ketitik hilir. Debit hujan yang dianalisa menjadi debit aliran untuk mendimensikan saluran, maka apabila dimensi drainase diketahui untuk menghitung debit saluran dapat dihitung dengan rumus *Manning* dengan menggunakan persamaan (Suripin, 2004).

$$Q_{sal} = V_{sal} \times A_{sal} \dots\dots\dots (2.21)$$

$$V_{sal} = (1/n)RS^{2/3} S_0^{1/2} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana:

$Q_{sal} =$ Kapasitas saluran (m^3/det).

$V_{sal} =$ Kecepatan aliran (m/det).

$A_{sal} =$ Luas *Cacthment Area* (m^2)

$Rs =$ Jaring-jaring hidrolis.

$N =$ koefisien kekasaran *manning*.

$S_0 =$ kemiringan dan saluran

2.9 Analisa Debit Aliran (*Qaliran*)

Suatu daerah perkotaan umumnya merupakan bagian dari suatu daerah aliran yang lebih luas, dan didaerah aliran ini sudah ada drainase alami. Perentangan dan pengembangan sistem bagi suatu daerah perkotaan yang baruharus diselaraskan dengan sistem drenase alami yang sudah ada, agar keadaan aslinya dapat

dipertahankan sejauh mungkin. Untuk itu diperlukan suatu perhitungan dimana adanya besar debit air yang mengalir dengan menggunakan rumusan sebagai berikut (Suripin, 2004).

$$Q_{aliran} = 0,278 \times C \times C_s \times \beta \times I \times (A \times 10^{-6}) \dots \dots \dots (2.23)$$

Dimana:

Q_{Aliran} = Debit aliran (m³/detik)

β = Koefisien penyebaran hujan.

C_s = Koefisien tampung (detik).

C = Koefisien pengaliran.

I = Koefisien hujan (mm/jam).

2.10 Program Aplikasi Hecras

Hecras merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai, *River analysis System (RAS)*, yang dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* yang merupakan satu divisi di dalam *Institute for Water Resources (IWR)*, dibawah *US Army Corps of Engineer (USACE)*. HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*Steady and Unsteady one - dimensional flow model*).

2.10.1 Graphical User Interface

Interface ini berfungsi sebagai penghubung antara pemakai dan HEC-RAS. *Graphical interface* dibuat untuk memudahkan pemakaian HEC-RAS dengan tetap mempertahankan efisiensi.

2.10.2 Analisis Hidrolika

Steady Flow Water Surface Component Modul, ini berfungsi untuk menghitung profil muka air aliran permanen berubah beraturan (*steady gradually varied flow*). Program mampu memodelkan jaringan sungai, sungai dendritik, maupun sungai tunggal.

Unsteady Flow Simulation Modul ini mampu mensimulasikan aliran tak permanen satu dimensi pada sungai yang memiliki alur kompleks. Semula, modul aliran tak permanen HEC-RAS hanya dapat diaplikasikan pada aliran sub-kritis (Istiarto,2014), namun sejak diluncurkan Versi 3.1, modul aliran tak permanen HEC-RAS dapat pula menyimulasikan regime aliran campuran (Sub-Kritis, Super-kritis, loncat air dan drow-downs).

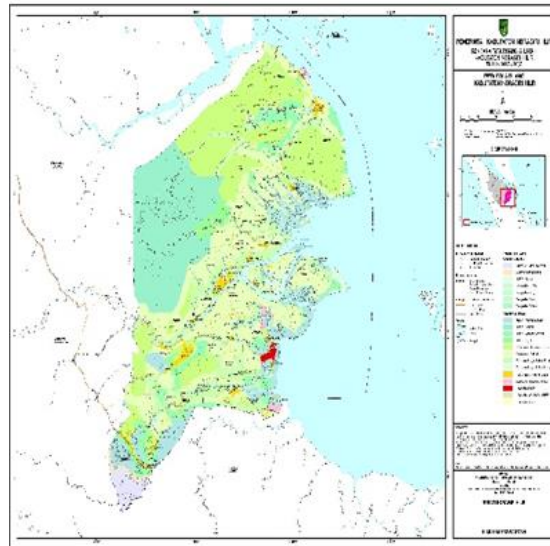
Sediment Transport / Movable Boundary Computations. Modul ini mampu menyimulasikan transpor sedimen satu dimensi (Simulasi perubahan dasar sungai) akibat gerusan atau disposisi dalam waktu yang cukup panjang (umumnya tahunan, namun dapat pula dilakukan simulasi perubahan dasar sungai akibat sejumlah banjir tunggal.

2.10.3 Grafik dan Pelaporan

Fasilitas grafik yang disediakan oleh HEC-RAS mencakup grafik X-Y alur sungai, tampang lintang, *rating curves*, hidrograf dan grafik – grafik lain yang merupakan plot X-Y berbagai variabel hidrolika. HEC-RAS menyediakan pula fitur plot 3D beberapa tampang lintang sekaligus. Hasil keluaran model dapat pula ditampilkan dalam bentuk tabel.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian adalah tahap – tahap yang dilakukan dengan secara berurutan selama berlangsungnya penelitian. Tahapan – tahapan penelitian ini memberikan secara garis besar langkah – langkah pelaksanaan penelitian yang akan membuat penelitian lebih terarah selama berjalannya proses penelitian



Gambar 1. Peta lokasi Penelitian

3.1 Pengumpulan Data

Dalam pelaksanaan penelitian membutuhkan data – data yang digunakan untuk bahan dalam proses penelitian. adapun data yang digunakan yakni data primer dan data sekunder.

3.1.1 Data Primer

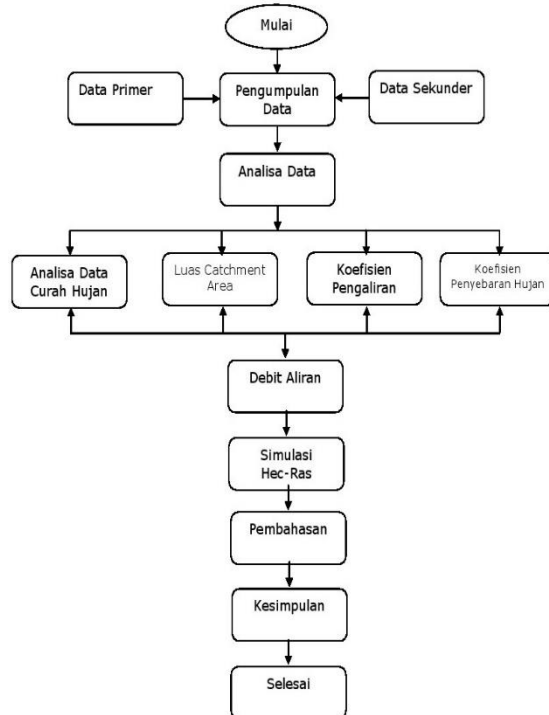
Data primer adalah data utama yang didapatkan berasal dari survey lapangan atau data yang tidak diarsipkan, adapun data primer yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Data panjang saluran drainase di jalan Budiman Kota Tembilahan.
2. Luas *Catchment Area* pemukiman di jalan Budiman Kota Tembilahan.

3.1.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah diarsipkan. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari data curah hujan 10 tahun terakhir yaitu dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2018.

3.2 Analisis Penelitian



Gambar 2. Flow chart penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data perencanaan saluran drainase Jalan Budiman Kota Tembilahan akan diuraikan.

4.1 Curah Hujan Maksimum Tahunan

Data curah hujan maksimum tahunan yang digunakan adalah dari tahun 2008 - 2019 dari Dinas Tanaman Pangan, Holtikura dan Peternakan Kabupaten Indragiri Hilir sebagaimana yang diperlihatkan pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2 Curah Hujan Rata – Rata Harian

| No | Tahun | Curah Hujan (Mm) |
|----|-------|------------------|
| 1 | 2010 | 50 |
| 2 | 2011 | 50 |
| 3 | 2012 | 109.8 |
| 4 | 2013 | 117.4 |
| 5 | 2014 | 127 |
| 6 | 2015 | 64.5 |
| 7 | 2016 | 70.5 |
| 8 | 2017 | 92.7 |
| 9 | 2018 | 67.4 |
| 10 | 2019 | 112.6 |

Parameter-parameter statistik yang diperlukan setelah nilai tengah, standar, deviasi dan koefisien kemencengan. Metode analisis yang digunakan adalah: Metode Gumbel, Metode Normal, Metode Log Normal, Metode Log Pearson Type III, dan Waktu Pengamatan n= 10 Tahun.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Parameter Statistik

| No | Tahun | Curah hujan X_i | $(X_i - \bar{X}_{rt})$ | $(X_i - \bar{X}_{rt})^2$ |
|---------------------|-------|-------------------|------------------------|--------------------------|
| 1 | 2010 | 50 | -36.19 | 1309.72 |
| 2 | 2011 | 50 | -36.19 | 1309.72 |
| 3 | 2012 | 109.8 | 23.61 | 557.43 |
| 4 | 2013 | 117.4 | 31.21 | 974.06 |
| 5 | 2014 | 127 | 40.81 | 1665.46 |
| 6 | 2015 | 64.5 | -21.69 | 470.46 |
| 7 | 2016 | 70.5 | -15.69 | 246.18 |
| 8 | 2017 | 92.7 | 6.51 | 42.38 |
| 9 | 2018 | 67.4 | -18.79 | 353.06 |
| 10 | 2019 | 112.6 | 26.41 | 697.49 |
| Jumlah (Σ) | | 861.90 | | 7625.95 |

4.1.1 Metode Gumbel

Data hujan yang digunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas), maka hasil perhitungan hujan rencana berdasarkan distribusi gumbel ditunjukkan pada tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Gumbel

| n | Ytr | K | Xrt |
|----|-------|--------|---------|
| 2 | 0,367 | -0,135 | 82,254 |
| 5 | 1,500 | 1,058 | 117,000 |
| 10 | 2,251 | 1,849 | 140,006 |
| 20 | 2,971 | 2,607 | 162,072 |
| 25 | 3,199 | 2,847 | 169,072 |
| 50 | 3,903 | 3,588 | 190,635 |
| 75 | 4,312 | 4,019 | 203,168 |

4.1.2 Metode Distribusi Normal

Hasil perhitungan parameter statistik dengan metode distribusi normal pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Distribusi Normal

| T | Kt | X |
|-----|-------|---------|
| 2 | 0,000 | 86,190 |
| 5 | 0,840 | 110,641 |
| 10 | 1,280 | 123,449 |
| 20 | 1,640 | 133,929 |
| 50 | 2,050 | 145,863 |
| 100 | 2,330 | 154,014 |
| 200 | 2,580 | 161,291 |

4.1.3 Metode Distribusi Log Normal

Hasil perhitungan hujan rencana berdasarkan distribusi probabilitas log normal dapat dilihat pada tabel 6 dan tabel 7

Tabel 6. Hasil Perhitungan Parameter Statistik Log Xrt

| No | Xi (mm) | Log Xi | (LogXi - Log Xrt) ² | (Lox Xi - Log Xrt) ² |
|---------------------|---------|--------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 50 | 1,699 | -0,2127 | 0,0453 |
| 2 | 50 | 1,70 | -0,2127 | 0,0453 |
| 3 | 109,8 | 2,04 | 0,1289 | 0,0166 |
| 4 | 117,4 | 2,07 | 0,1580 | 0,0250 |
| 5 | 127 | 2,10 | 0,1921 | 0,0369 |
| 6 | 64,5 | 1,81 | -0,1021 | 0,0104 |
| 7 | 70,5 | 1,85 | -0,0635 | 0,0040 |
| 8 | 92,7 | 1,97 | 0,0554 | 0,0031 |
| 9 | 67,4 | 1,83 | -0,0830 | 0,0069 |
| 10 | 112,6 | 2,05 | 0,1398 | 0,0196 |
| Jumlah (Σ) | | 19,117 | | 0,2130 |

Tabel 7. Hasil Perhitungan Nilai X

| T | Kt | LogX | X |
|-----|-------|-------|---------|
| 2 | 0,000 | 1,912 | 81,603 |
| 5 | 0,840 | 2,041 | 109,880 |
| 10 | 1,280 | 2,109 | 128,411 |
| 20 | 1,640 | 2,164 | 145,875 |
| 50 | 2,050 | 2,227 | 168,675 |
| 100 | 2,330 | 2,270 | 186,261 |
| 200 | 2,580 | 2,309 | 203,507 |

4.1.4 Metode Distribusi Log Pearson Tipe III

Hasil Perhitungan hujan rencana berdasarkan metode distribusi probabilitas Log Pearson Tipy III, parameter statistik log pearson type III dapat dilihat pada tabel 8 dan tabel 9.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Parameter Statistik Log Pearson Type III

| No. | Xi (mm) | Log Xi | (Log Xi - Log Xrt) ² | (Log Xi - Log Xrt) ³ |
|---------------------|---------|--------|----------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 50 | 1,699 | 0,0453 | -0,00963 |
| 2 | 50 | 1,70 | 0,0453 | -0,00963 |
| 3 | 109,8 | 2,04 | 0,0166 | 0,00214 |
| 4 | 117,4 | 2,07 | 0,0250 | 0,00394 |
| 5 | 127 | 2,10 | 0,0369 | 0,00709 |
| 6 | 64,5 | 1,81 | 0,0104 | -0,00107 |
| 7 | 70,5 | 1,85 | 0,0040 | -0,00026 |
| 8 | 92,7 | 1,97 | 0,0031 | 0,00017 |
| 9 | 67,4 | 1,83 | 0,0069 | -0,00057 |
| 10 | 112,6 | 2,05 | 0,0196 | 0,00273 |
| Jumlah (Σ) | | 19,117 | 0,2130 | -0,0051 |

Tabel 9. Hasil Perhitungan Nilai X

| T | Kt | LogX | X |
|-----|-------|-------|---------|
| 2 | 0,000 | 1,912 | 81,603 |
| 5 | 0,840 | 2,041 | 109,880 |
| 10 | 1,280 | 2,109 | 128,411 |
| 20 | 1,640 | 2,164 | 145,875 |
| 50 | 2,050 | 2,227 | 168,675 |
| 100 | 2,330 | 2,270 | 186,261 |
| 200 | 2,580 | 2,309 | 203,507 |

Hasil analisis dan perhitungan dari keempat metode analisis yang digunakan (Metode Gumbel, Metode Normal, Metode Log Normal, Metode Log Pearson Type III), dan Waktu Pengamatan $n = 10$ Tahun. Dapat dilihat perbandingan hasil analisis sebagaimana yang disajikan pada tabel rekapitulasi curah hujan rencana 4 metode pada tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rencana 4 Metode

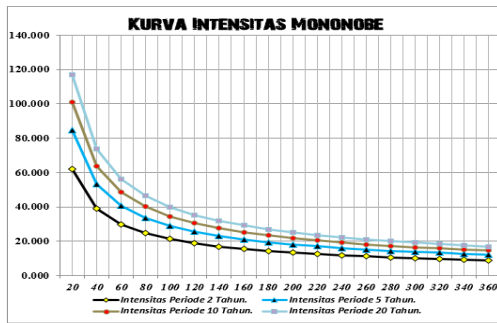
| No | Periode Ulang (X) | Curah Hujan (mm) | | | | Curah Hujan Max |
|----|-------------------|------------------|--------|------------|-----------------|-----------------|
| | | Gumbel | Normal | Log normal | Log Pearson III | |
| 1 | 2 | 82,2 | 86,1 | 81,6 | 81,60 | 86,1 |
| 2 | 5 | 117 | 110 | 109 | 109,8 | 117 |
| 3 | 10 | 140 | 123 | 128 | 128,4 | 140 |
| 4 | 20 | 162 | 133 | 145 | 145,8 | 162 |
| 5 | 50 | 169 | 145 | 168 | 168,6 | 169 |

4.2 Analisa Waktu Konsentrasi (Time Of Concentration) Tc

Waktu konsentrasi (t_c) dapat dihitung dengan menggunakan rumus menurut Buku Drainase Perkotaan Penerbit Guna Darma. Hasil Analisa perhitungan dapat dilihat pada tabel 11 dan gambar 3.

Tabel 11. Intensitas Rencana Dengan Rumus Mononobe

| Tc Menit | Intensitas Curah Hujan (Mm/Jam) | | | | |
|----------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | I2 | I5 | I10 | I20 | I50 |
| R24 | 86.19 | 117.0 | 140.0 | 162.0 | 169.0 |
| 20 | 62.24 | 84.49 | 101.1 | 117.0 | 117.0 |
| 40 | 39.20 | 53.21 | 63.67 | 73.71 | 73.71 |
| 60 | 29.91 | 40.60 | 48.58 | 56.24 | 56.24 |
| 80 | 24.69 | 33.51 | 40.10 | 46.42 | 46.42 |
| 100 | 21.27 | 28.88 | 34.55 | 40.00 | 40.00 |
| 120 | 18.83 | 25.57 | 30.60 | 35.42 | 35.42 |
| 140 | 16.99 | 23.07 | 27.61 | 31.96 | 31.96 |
| 160 | 15.55 | 21.10 | 25.25 | 29.24 | 29.24 |
| 180 | 14.37 | 19.51 | 23.35 | 27.31 | 27.03 |
| 200 | 13.39 | 18.18 | 21.76 | 25.19 | 25.19 |
| 220 | 12.57 | 17.06 | 20.42 | 23.64 | 23.64 |
| 240 | 11.86 | 16.10 | 19.27 | 22.31 | 22.31 |
| 260 | 11.24 | 15.26 | 18.22 | 21.15 | 21.15 |
| 280 | 10.70 | 14.53 | 17.39 | 20.13 | 20.13 |
| 300 | 10.24 | 13.87 | 16.60 | 19.22 | 19.22 |
| 320 | 9.794 | 13.29 | 15.90 | 18.41 | 18.41 |
| 340 | 9.405 | 12.76 | 15.27 | 17.68 | 17.68 |
| 360 | 9.054 | 12.29 | 14.70 | 17.02 | 17.02 |



Gambar 3. Kurva Intensitas Mononobe Sumber (Hasil penelitian)

4.3 *Catchment Area* (Daerah Tangkapan Hujan)

Kebutuhan data-data lapangan yang digunakan untuk melakukan perhitungan *Catchment Area* diuraikan dalam tabel 12.

Tabel 12. Data Lapangan

| No. | Panjang lintasan air (L) | Kemiringa Dasar Saluran (S1) | Kekasaran Manning(n) |
|-----|--------------------------|------------------------------|----------------------|
| 1 | 698 m | 0.0004 | 0.015 |

Perhitungan *catchment area* perencanaan drainase perkotaan jalan Budiman Tembilihan Kota dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Hasil Perhitungan *Catchment Area*

| Tata Guna Lahan | Kode | P | L | A (M ²) |
|---------------------|------|-------|-------|---------------------|
| Rumah Tinggal | A 1 | 138 | 225.5 | 31119.00 |
| | A 2 | 89.25 | 113.5 | 10129.88 |
| | Σ | | | 41248.88 |
| Multiunit, terpisah | B 1 | 55 | 219 | 12045.00 |
| | B 2 | 53.75 | 233 | 12523.75 |
| | Σ | | | 24568.75 |
| Aspal dan Beton | C1 | 306 | 3 | 918.00 |
| | C2 | 4 | 363 | 1452.00 |
| | C3 | 4 | 225 | 900.00 |
| | Σ | | | 3270.00 |

Tata guna lahan di daerah sekitar jalan Budiman Tembilihan Kota dapat dilihat pada Tabel 14 dibawah ini.

Tabel 14. Hasil Perhitungan *Catchment Area*

| Tata Guna Lahan | C | A (m ²) | C x A |
|---------------------|------|---------------------|----------|
| Rumah Tinggal | 0.60 | 41248.875 | 24749.33 |
| Multiunit, terpisah | 0.70 | 24568.750 | 17198.13 |
| Aspal dan Beton | 0.95 | 3270.000 | 3106.50 |
| Nilai C rata-rata | 0.75 | 69087.63 | 45053.95 |

4.4 Analisa Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan rencana sebenarnya dengan periode ulangan yang digunakan dalam perencanaan ini adalah T = 5 tahun. Besarnya intensitas curah hujan

untuk masing-masing *Catchment Area* pada daerah perencanaan saluran drainase dengan didapat hasil 8,960 mm/jam

4.5 Debit Rencana

Hasil Perhitungan debit rencana drainase perkotaan jalan Budiman Tembilihan Kota adalah $Q_{rencana} = 0,141 \text{ m}^3/\text{dt}$

4.6 Debit Saluran

Hasil Perhitungan debit saluran untuk drainase jalan budiman kota tembilihan adalah $Q_{saluran} = 0,264 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Jadi nilai $Q_r < Q_s$ dimana nilai $Q_{rencana} = 0,141 \text{ m}^3/\text{dt} < Q_{saluran} = 0,264 \text{ m}^3/\text{dt}$ menggunakan penampang persegi empat.

4.7 Perhitungan secara manual

Karena nilai h yang belum diketahui maka h dicari dengan cara coba-coba (Trial and Error), $h = 0.5 \text{ m}$ atau dengan cara mengikuti dimensi saluran yang ada maka didapat nilai nya ssebagai berikut (taher,2020).

$$\begin{aligned} Q_s &= A \times V \\ &= 2h^2 \times 1/n \times 2h/4h^{2/3} \\ &= 0,5 \times 26.444 \times 0.02 \\ &= 0,264 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &\geq Q_r \\ 0,264 \text{ m}^3/\text{dt} &\geq 0.141 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Luas Dasar Saluran

$$\begin{aligned} b &= 2h \\ &= 2 \times 0,5 \\ &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

Keliling Basah Saluran

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 1 + 2 \times 0,5 \\ &= 2 \text{ m} \end{aligned}$$

Tinggi Jagaan (Free Board)

$$\begin{aligned} F &= h \times 30\% \\ &= 0,5 \times 30\% \\ &= 0,15 \text{ m} \end{aligned}$$

Tinggi Slurang Keseluruhan

$$\begin{aligned} Y &= h + F \\ &= 0,5 + 0,15 \\ &= 0,65 \text{ m} \end{aligned}$$

4.8 Hecras

Hasil hitungan simulasi saluran menggunakan software HEC-RAS 4.0 dapat dilihat pada tabel 15.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari Analisis perencanaan drainase jalan budiman kota tembilihan menyatakan drainase yang direncanakan dengan menggunakan simulasi hecras yang

berdasarkan hitungan manual mampu mengakomodasi debit dan tidak terjadi limpasan

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada pada **Dinas TPHP Kab. Inhil, 2020** atas pemberian data-data untuk melengkapi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Indarto, "*Hidrologi Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*," Bumi askara, Jakarta, 2011.
- [2] Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan* (1 ed.). Yogyakarta: Andi.
- [3] Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: NovaSri Harto, *Analisa Hidrologi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [4] Istiarto. (2014), Modul pelatihan simulasi aliran1- Dimensi dengan bantuan paket program hidrodinamika HeC RAS jenjang dasar, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- [5] Kamiana (2011), *Teknik Perhitungan Debit rencana bangunan air*, Graha ilmu yogyakarta.
- [6] Wesli (2008), *Drainase pekotaan*, edisi pertama Graha ilmu yogyakarta.
- [7] M. Irzal dwi putra dan diyanti(2020), perencanaan saluran drainase menggunakan aplikasi pemodelan HEC-RAS dipperumahan taman arcadia mediterania depok jawa barat, universitas gunadarma, depok

Tabel 15 Hasil Perhitungan Menggunakan Software HEC-RAS 4.0

| Reach | River Sta | Profile | Q Total (m ³ /s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Crit W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Vel Chnl (m/s) | Flow Area (m ²) | Top Width (m) | H (m) | h (m) | w (m) |
|----------|-----------|---------|--------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|----------|----------|----------|
| Drainase | 698 | PF 1 | 0.14 | 3 | 3.13 | 3.13 | 3.19 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 659.222 | PF 1 | 0.14 | 2.83 | 2.96 | 2.96 | 3.02 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 620.444 | PF 1 | 0.14 | 2.67 | 2.79 | 2.79 | 2.86 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 581.666 | PF 1 | 0.14 | 2.5 | 2.63 | 2.63 | 2.69 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 542.888 | PF 1 | 0.14 | 2.33 | 2.46 | 2.46 | 2.52 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 504.111 | PF 1 | 0.14 | 2.17 | 2.29 | 2.29 | 2.36 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 465.333 | PF 1 | 0.14 | 2 | 2.13 | 2.13 | 2.19 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 426.555 | PF 1 | 0.14 | 1.83 | 1.96 | 1.96 | 2.02 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 387.777 | PF 1 | 0.14 | 1.67 | 1.79 | 1.79 | 1.86 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 349 | PF 1 | 0.14 | 1.5 | 1.63 | 1.63 | 1.69 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 310.222 | PF 1 | 0.14 | 1.33 | 1.46 | 1.46 | 1.52 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 271.444 | PF 1 | 0.14 | 1.17 | 1.29 | 1.29 | 1.36 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 232.666 | PF 1 | 0.14 | 1 | 1.13 | 1.13 | 1.19 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 193.888 | PF 1 | 0.14 | 0.83 | 0.96 | 0.96 | 1.02 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 155.111 | PF 1 | 0.14 | 0.67 | 0.79 | 0.79 | 0.86 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 116.333 | PF 1 | 0.14 | 0.5 | 0.63 | 0.63 | 0.69 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 77.5556 | PF 1 | 0.14 | 0.33 | 0.46 | 0.46 | 0.52 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 38.7778 | PF 1 | 0.14 | 0.17 | 0.29 | 0.29 | 0.36 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |
| Drainase | 0 | PF 1 | 0.14 | 0 | 0.13 | 0.13 | 0.19 | 0.006005 | 1.12 | 0.13 | 1 | 0.65 | 0.50 | 0.15 |