

PERENCANAAN ULANG DRAINASE DI JALAN RANDU KERTO TENGAH REBALAS – JALAN TREWUNG KABUPATEN PASURUAN

Hafshah Oknivina Putri¹, Winda Harsanti², Mohamad Zenurianto³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang
 Email: hafshahvina@gmail.com¹, Winda.harsanti@polinema.ac.id², mzenurianto@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Perencanaan ulang drainase diperlukan agar tidak terjadi banjir pada kawasan Jalan Randu Kerto Tengah - Jalan Trewung yang terletak pada Kabupaten Pasuruan. Banjir terjadi akibat dari saluran drainase yang tidak dapat menampung besarnya limpasan air hujan. Genangan air ini mengganggu aktivitas warga, sepeda motor, mobil, sebagai pengguna jalan saat melintasi kawasan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui debit banjir rancangan dengan kala ulang lima tahun ke depan, menghitung dimensi saluran yang cukup untuk mengalirkan debit banjir dan merencanakan penggunaan sumur resapan. Data yang dibutuhkan yaitu kondisi eksisting saluran drainase, data curah hujan dari 3 stasiun terdekat yaitu, Stasiun Lumbang, Ranugrati, dan Winongan tahun 2013 sampai 2022, jumlah penduduk dan data tanah. Metode dari penelitian ini adalah survey dan observasi kondisi eksisting saluran drainase, mengolah data curah hujan kemudian menentukan distribusi menggunakan persamaan log pearson III dengan kala ulang 5 tahun, uji kesesuaian dengan metode *Chi - square* dan *Smirnov-Kolmogorov*. Hasil perhitungan diperoleh curah hujan rancangan 5 tahun sebesar 22,568 mm/hari, dimensi saluran terbesar memiliki lebar atas sebesar 1,2 m; dan lebar bawah 0,8 m; sedangkan untuk tinggi saluran adalah 0,9 m – 1 m. Pada perencanaan ini terdapat penambahan bangunan pelengkap yaitu sumur resapan dengan diameter 0,6 m dengan kedalaman 1 m.

Kata Kunci: Saluran Drainase; Sumur Resapan ; Log Pearson Tipe III

ABSTRACT

Drainage re-design is needed to prevent flooding in the area of Jalan Randu Kerto Tengah - Jalan Trewung which is located in Pasuruan Regency. Flood occurs as a result of drainage channels that cannot accommodate the large amount of rainwater runoff. This puddle of water disrupts the activities of residents, motorbikes, cars and road users when crossing the area. The aim of this research is to determine the design flood discharge with a return period of the next five years, calculate sufficient channel dimensions to drain the flood discharge and plan the use of absorption wells. The data needed is the condition of existing drainage channels, rainfall data from the 3 closest stations, namely, Lumbang, Ranugrati and Winongan stations from 2013 to 2022, population and soil data. The method of this research is surveying and observing the condition of existing drainage channels, processing rainfall data then determining the distribution using the Log Pearson III equation with a return period of 5 data, suitability testing using the Chi-square and Smirnov-Kolmogorov methods. The calculation results show that the 5-year design rainfall is 22.568 mm/day, the biggest channel dimensions have an upper width of 1,2 m; and a lower width of 0,8 m; while the channel height is 0.9 m – 1 m. In this plan there is the addition of a complementary building, namely an absorption well with a diameter of 0.6 m with a depth of 1m.

Keywords: *Drainage Channels, Absorption Wells, Log Pearson Type III*

1. PENDAHULUAN

Tergenangnya suatu tempat oleh luapan air sebagai akibat sistem drainase tidak mampu menampung kapasitas dapat mengakibatkan banjir. Banjir juga bisa disebabkan oleh curah hujan yang tinggi dan juga kondisi wilayah yang merupakan dataran rendah. Serta akibat rendahnya kemampuan infiltrasi daerah tersebut sehingga

mengakibatkan tanah tidak mampu menyerap jumlah air yang cukup banyak. Faktor lain yang dapat menyebabkan banjir adalah banyaknya sampah yang menumpuk pada saluran drainase, sistem saluran drainase yang rusak akibat terlewat oleh kendaraan besar, sehingga air hujan maupun air limbah tidak dapat mengalir secara optimal.

Beberapa cara dapat diterapkan dalam menanggulangi banjir, salah satunya dengan melakukan perencanaan ulang jaringan drainase. Dengan melakukan perhitungan kapasitas debit eksisting, menghitung debit banjir rancangan, serta melakukan evaluasi dimensi saluran drainase pada wilayah yang terdampak banjir, sehingga dapat diketahui apakah saluran drainase pada wilayah tersebut perlu dilakukan redesain atau tidak.

Salah satu wilayah yang terdampak banjir akibat saluran drainase yang kurang optimal yaitu daerah Pasuruan lebih tepatnya di Jalan Randu Kerto Tengah Rebalas-Jalan Trewung. Penyebabnya adalah rusaknya saluran drainase dan tersumbatnya saluran akibat adanya endapan yang mengakibatkan banjir, solusi pada masalah ini adalah melakukan peningkatan serta menambahkan bangunan tambahan seperti sumur resapan sangat diperlukan. Oleh karena itu, untuk menyelesaikan permasalahan tersebut maka perlu dilakukan penelitian yang berjudul “Perencanaan Ulang Drainase Di Jalan Randu Kerto Tengah Rebalas – Jalan Trewung Kabupaten Pasuruan”. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengoptimalkan aliran saluran pada jalan tersebut sehingga tidak terjadi genangan maupun banjir kembali.

2. METODE

Penelitian ini membutuhkan data primer yang dikumpulkan melalui observasi secara langsung di lapangan untuk mengetahui keadaan asli di lapangan. Hal tersebut dilakukan sebagai data utama penelitian ini, yang meliputi survey saluran drainase eksisting. Selain itu dalam penelitian ini juga membutuhkan data curah hujan pada Stasiun Winongan, Stasiun Ranugati, dan Stasiun Lumbang pada tahun 2013-2022, kemudian peta topografi, data tanah, data penduduk dan data HSPK Kabupaten Pasuruan tahun 2022 sebagai data sekunder.

A. Analisis Curah Hujan

• Uji Konsistensi Data

Data curah hujan yang digunakan pada perhitungan adalah data curah hujan harian dari 3 stasiun hujan terdekat dalam 10 tahun terakhir. Uji konsistensi dilakukan dengan metode kurva massa ganda, dengan membandingkan nilai kumulatif curah hujan tahunan dari suatu stasiun dengan kumulatif data hujan di stasiun yang lainnya.

Untuk melakukan koreksi data maka digunakan rumus

$$F = \frac{m1}{m2} \quad (1)$$

Keterangan :

F = faktor koreksi

m1 = gradien lurus

m2 = gradien tidak lurus

• Curah Hujan Daerah

Rata-rata hujan dari suatu daerah dapat dihitung dengan beberapa cara yaitu Metode Rata-Rata Aljabar, Isohyet dan Polygon Thiessen (Dr. Ir. Suripin, 2003).

Pada perhitungan ini menggunakan metode aljabar karena pada daerah penelitian merupakan daerah yang datar serta luas DAS kurang dari 500 km². Berikut adalah persamaan metode aljabar:

$$P = \frac{x1+x2+x3+....}{n} = \frac{\sum x}{n} \quad (2)$$

Keterangan :

P = tinggi curah hujan (mm)

x1,x2 = Curah hujan yang tercatat pada pos penakar (mm)

n = jumlah stasiun pengukur hujan.

• Distribusi Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan merupakan curah hujan terbesar tahunan yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan kala ulang tertentu. Pemilihan distribusi curah hujan berdasarkan nilai koefisien kurtosis (Ck) dan koefisien kepencengan (Cs) yang memenuhi syarat. Terdapat beberapa metode distribusi hujan salah satunya yaitu metode Log pearson tipe III dengan persyaratan Cs ≠ 0, dengan rumus sebagai berikut.

$$Cs = \frac{n \sum (x-x)^3}{(n-1) \times (n-2) \times s^3} \quad (3)$$

Keterangan :

Cs = Koefisien Kemencengan

Ck = Koefisien Kepuncakan

X = rata-rata hujan (mm)

n = jumlah data

S = Standart Deviasi

Curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini :

$$\text{Log } X_{\text{rancang}} = \overline{\log X} + G \times S_{\log x} \quad (4)$$

Keterangan:

logX_{ranc} = Log hujan rancangan

$\overline{\log X}$ = Rata-rata log data hujan

S_{logX} = Standart deviasi log hujan

G = Faktor distribusi

• Uji Kesesuaian Distribusi

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah metode distribusi Log person III yang dipilih sudah sesuai terhadap fungsi distribusi peluang dan data hujan tersebut.

a. Uji Smirnov Kolmogorov

Uji kesesuaian atau distribusi bertujuan untuk mengukur tingkat kesesuaian distribusi serangkaian data hujan. Uji simpangan horizontal menggunakan metode *smirnov-kolmogorov*

$$\Delta P = |P_{\text{empiris}} - P_{\text{teoritis}}| \quad (5)$$

Keterangan :

ΔP = Nilai *smirnov-kolmogorov* terhitung

P_{empiris} = Peluang yang terbaca

P_{teoritis} = Peluang yang diharapkan

Apabila jumlah data sebanyak 10 tahun, maka nilai P tabel adalah 0,41. Ketika nilai $\Delta P < P$ tabel maka dapat disimpulkan distribusi simpangan horizontal memenuhi.

b. Uji *Chi-Square*

Uji ini digunakan untuk pengujian simpangan vertikal dengan rumus:

$$X^2_{\text{hit}} = \sum (X_{\text{empiris}} - X_{\text{teoritis}})^2 / X_{\text{teoritis}} \quad (6)$$

Apabila X^2 kurang dari X^2 tabel yaitu sebesar 14,067, maka uji kecocokan sesuai

• Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi (Wesli, 2015).

Untuk mengetahui intensitas curah hujan dapat diperhitungkan dengan cara sebagai berikut

$$I_t = \frac{R_t}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \quad (7)$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum harian (mm/hari)

t_c = Lamanya hujan (4 Jam)

• Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan merupakan debit maksimum pada sungai atau saluran alamiah dengan rata-rata yang sudah ditentukan.

$$Q = 0,0027 \times C \times I \times A \quad (8)$$

Keterangan :

Q = Debit banjir (m^3/det)

C = Koefisien pengaliran (0,4 untuk daerah rumah tinggal, 0,8 untuk jalan dan 0,25 untuk perkebunan)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

• Debit Air Limbah

Debit air limbah dihitung dengan mengetahui jumlah penduduk yang ada di suatu kawasan dan menentukan volume limbah cair sesuai dengan pembuangan limbah cair. Rata-rata per orang setiap hari sesuai dengan jenis bangunan rumah tipe tertentu untuk keluarga tunggal adalah 300 lt/org/hari (Soeparman dan Suparmin 2001). Untuk mendapatkan debit air limbah yang berada pada daerah penelitian dapat menggunakan rumus berikut (Soeparman dan Suparmin 2001).

$$Q_{\text{air limbah}} = \text{jumlah penduduk (org)} \times \text{vol limbah cair per orang (lt/org/hari)} \quad (9)$$

• Sumur resapan

Sumur resapan berfungsi untuk menampung air hujan supaya meresap ke dalam tanah. Fungsi dari sumur

resapan juga bisa sebagai pengendalian banjir, mencegah terjadinya erosi, (Kusnaedi, 2011). Debit resapan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$H = \frac{Q}{Fk} \left(1 - e^{-\frac{FkT}{\pi R^2}} \right) \quad (10)$$

Keterangan :

T = Waktu pengaliran (detik)

H = Tinggi muka air dalam sumur (m)

F = Faktor geometrik (1,32 m)

Q = Debit air masuk (m^3/detik)

K = Koefisien permeabilitas tanah (m/detik)

R = jari-jari sumur (m)

B. Analisa Hidrolika

Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran dilakukan untuk mengetahui kapasitas saluran terhadap debit yang sudah direncanakan, lalu melakukan kontrol debit (Q), kecepatan (V), dan kekritisian saluran (F).

1) Debit Saluran

Perhitungan debit saluran dapat menggunakan persamaan di bawah ini

$$Q = V \times A \quad (11)$$

Keterangan :

Q = Debit pada saluran (m^3/detik)

V = Kecepatan aliran (m / detik)

A = Luas penampang saluran (m^2)

Luas penampang saluran dapat diketahui dengan rumus

$$A = (b_1 + (m \times h_{\text{air}})) \times h_{\text{air}}$$

Keterangan :

A = Luas penampang saluran (m^2)

b_1 = lebar bawah saluran (m)

m = kemiringan

h_{air} = tinggi muka air (m)

2) Kecepatan Aliran (Rumus Manning)

Kecepatan harus memenuhi kecepatan minimum dan maksimum yang diijinkan sesuai dengan bahan saluran. Bahan saluran yang akan digunakan yaitu pasangan batu kali dengan nilai $n = 0,030$, sebagai nilai koefisien kekasaran manning

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sqrt{S} \quad (12)$$

Keterangan :

V = Kecepatan dalam saluran (m/detik)

n = Koefisien kekasaran manning

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan dasar saluran

Kontrol Kecepatan

Dalam peraturan kecepatan minimum yang diizinkan adalah kecepatan yang paling rendah yang akan mencegah adanya endapan dan tidak menyebabkan bertumbuhnya tanaman-tanaman. Umumnya kecepatan

minimum untuk saluran berbahan tanah adalah 0,2 m/detik, untuk saluran berbahan pasangan adalah 0,6 m/detik ("Permen PU nomor 12 Prtm 2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan).

Kecepatan maksimum ditentukan berdasarkan kekasaran dinding dan dasar saluran. Untuk pasangan batu kali adalah 2 m/detik dan pada pasangan beton adalah 3 m/detik ("Permen pu nomor 12 Prtm 2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan).

3) Kekritisan Saluran (Bilangan Froude)

Aliran dikatakan kritis, sub-kritis dan super-kritis dinyatakan dengan bilangan Froude. Aliran kritis apabila angka froude $Fr = 1$; aliran sub-kritis apabila angka froude < 1 dan aliran super-kritis apabila angka froude > 1 . Untuk menentukan jenis aliran dinyatakan dengan bilangan froude (Fr), dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \times A / b^2}} \quad (13)$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran (m/detik)

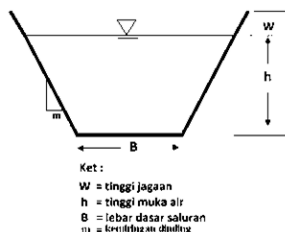
g = Percepatan gravitasi (9,8 m/det²)

A = luas penampang (m²)

b^2 = lebar saluran atas (m)

4) Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan pada saluran adalah jarak vertikal dari puncak saluran ke permukaan air pada rencana saluran drainase.



Gambar 1 Bentuk Penampang Saluran

Sumber: Lorens Rinto, K. (2014, 18 Mei). *Bentuk dan Dimensi Saluran Terbuka*. Diakses pada 5 Agustus 2024.

Untuk menghitung tinggi jagaan menggunakan persamaan berikut ini :

$$w = 1/3 \times h \quad (14)$$

keterangan :

w = Tinggi Jagaan (m)

h = Kedalaman Air (m)

5) Bangunan Pelengkap

• Gorong-Gorong

Pada perencanaan ini menggunakan gorong-gorong dengan tipe *box culvert*, dengan ukuran 40 cm × 40 cm yang dimana umumnya menggunakan mutu beton K-350.



Gambar 2 Box Culvert

Sumber: Beton Elemen Indo Perkasa PT. (2023) *Spesifikasi Box Culvert Heavy Duty*. Diakses pada 26 Juli 2024.

• Inlet

Pada penelitian ini menggunakan *curb inlet*, lubang bukaan berada pada bidang kerb tepi dengan keadaan arah masuk tegak. Untuk menghitung kapasitas inlet dapat dihitung sebagai berikut

$$Q = 3,6 \times g \times d^{2/3} \times L \quad (15)$$

Keterangan :

Q = Kapasitas inlet kerb (m³/detik)

L = Lebar bukaan inlet kerb (m)

g = Gaya gravitasi (m/dt²)

d = kedalaman air dalam inlet kerb (m)

3. Hasil dan Pembahasan

A. Analisa Hidrologi

Curah Hujan Maksimum

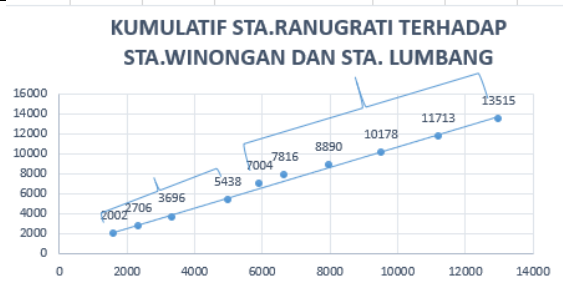
Data curah hujan yang digunakan dari 3 stasiun terdekat dari lokasi penelitian merupakan data yang penting pada perencanaan ulang drainase. Berikut adalah curah hujan maksimum tahunan yang ada pada Stasiun Hujan Lumbang, Stasiun Hujan Ranugrati, Stasiun Hujan Winongan tahun 2013-2022.

Tabel 1 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan

CH MAKSIMUM			
TAHUN	STA Lumbang	STA Ranugrati	STA Winongan
2013	364	347	290
2014	216	194	213
2015	311	271	239
2016	502	336	262
2017	538	637	194
2018	341	261	179
2019	561	323	415
2020	352	292	544
2021	485	410	294
2022	422	543	458

Uji Konsistensi

Pengujian ini bisa dilakukan menggunakan metode analisis kurva masa ganda (*double mass curve*) yaitu dengan membandingkan antara data kumulatif stasiun satu dengan data kumulatif stasiun hujan sekitarnya. Jika tidak konsisten maka dilakukan koreksi data. Hasil uji konsistensi dapat dilihat pada contoh berikut.



Gambar 2 Uji konsistensi STA.Ranugrati terhadap STA.Winongan dan Lumbang sebelum koreksi. Dimana terdapat patahan sehingga tidak konsisten maka perlu dilakukan uji konsistensi pada Sta.Ranugrati terhadap Sta. Winongan dan Lumbang.



Gambar 3 Uji konsistensi Sta.Ranugrati terhadap Sta.Winongan dan Lumbang setelah koreksi. Pada grafik tersebut setelah dilakukan koreksi data terlihat bahwa tidak ada patahan atau konsisten.

Begitu juga dengan data stasiun yang lain jika sudah konsisten maka tidak perlu dilakukan koreksi data atau uji konsistensi.

Berikut adalah data curah hujan

Tabel 2 hasil curah hujan daerah

	TAHUN	CURAH HUJAN MAKSIMUM
STA. WINONGAN	2013	290
STA. LUMBANG		364
STA. RANUGRATI		347
STA. WINONGAN	2014	213
STA. LUMBANG		216
STA. RANUGRATI		194
STA. WINONGAN	2015	239
STA. LUMBANG		311
STA. RANUGRATI		271
STA. WINONGAN	2016	262
STA. LUMBANG		502
STA. RANUGRATI		336
STA. WINONGAN	2017	194
STA. LUMBANG		538
STA. RANUGRATI		637

STA. WINONGAN	2018	179
STA. LUMBANG		341
STA. RANUGRATI		261
STA. WINONGAN	2019	415
STA. LUMBANG		561
STA. RANUGRATI		323
STA. WINONGAN	2020	544
STA. LUMBANG		352
STA. RANUGRATI		292
STA. WINONGAN	2021	294
STA. LUMBANG		485
STA. RANUGRATI		410
STA. WINONGAN	2022	458
STA. LUMBANG		422
STA. RANUGRATI		543

Curah hujan rancangan

Pada perhitungan didapatkan nilai $S = 85,813$; $C_s = -0,446$; dan $C_k = 3,582$. Berdasarkan nilai C_s dan C_k maka digunakan metode Log pearson tipe III. Hasil perhitungan diperoleh curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun yaitu 419,385 mm/hari.

Uji kesesuaian distribusi

Uji kesesuaian distribusi ini menggunakan data uji simpangan horizontal dan juga uji simpangan vertikal. Delta P tabel dengan jumlah data hujan 10 tahun, dapat dilihat pada tabel *smirnov* N adalah 0,41 maka 41% dan berdasarkan perhitungan didapatkan hasil Delta P max = 12,727 % (nilai tertinggi pada tahun 2015). Maka dapat disimpulkan distribusi simpangan horizontal memenuhi.

Data X^2 tabel, dapat dilihat pada tabel *Chi - square* dengan jumlah data 10 tahun, diketahui derajat kebebasan adalah 14,067. Berdasarkan perhitungan didapatkan hasil perhitungan X^2 hitungan = 5,461 maka dapat disimpulkan distribusi simpangan vertikal memenuhi.

Intensitas Curah Hujan

Selanjutnya adalah perhitungan, intensitas curah hujan dalam satuan mm/jam. Menggunakan curah hujan rancangan yang sudah dihitung sebelumnya yaitu didapat : 22,568 mm/ hari, dan di asumsikan $t_c = 4$

$$I = \frac{R_t}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

$$I = \frac{22,568}{24} \left(\frac{24}{4} \right)^{2/3}$$

$$I = 11,284 \text{ mm/jam}$$

Debit banjir rancangan

Pada debit banjir rancangan ini menggunakan persamaan berikut ini dengan contoh pada titik 9-10 di pemukiman :

$$Q = 0,0027 \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,0027 \times 0,4 \times 11,284 \times 0,35$$

$$Q = 0,004141 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Debit air limbah

Perhitungan debit air kotor ini dilakukan dengan mengasumsikan jumlah penghuni pada setiap rumah yaitu 5 orang. Berikut adalah contoh perhitungan pada titik 1-2:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah penduduk} &= \text{jumlah rumah} \times \text{jumlah penduduk} \\ &= 40 \text{ unit} \times 5 \text{ orang} \\ &= 200 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V \text{ limbah cair} &= 300 \text{ lt/org/hari} \\ &= 300/1000/86400 \\ &= 0,000003472 \text{ m}^3/\text{org}/\text{dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ air limbah} &= \text{jumlah penduduk} \times V \text{ limbah cair} \\ &= 200 \times 0,000003472 \\ &= 0,000694 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Perhitungan sumur resapan

Sumur resapan ditambahkan dengan tujuan untuk mengurangi resiko terjadinya banjir.

Menghitung muka air dalam sumur

$$H = \frac{Q}{Fk} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right)$$

Diketahui :

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

$$R = 0,24 \text{ m}$$

$$T = 14400$$

$$K = 0,0009$$

$$F = 1,32 \text{ m}$$

$$Q = 0,00785884 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$H = 0,886 \text{ m}$$

Bahan dengan diameter dan tinggi tersebut tidak ada di pasaran maka dipilih bahan yang tersedia yaitu menggunakan buis beton tipe 5 dengan panjang buis beton tersebut sepanjang 1 m dengan diameter 60 cm. Maka dengan dimensi tersebut, sumur resapan dapat menampung Q sebesar 0,00785884 m³/dt dan diletakkan pada titik 21 dan 22 sebanyak 2 sumur resapan.

B. Analisis Hidrolika**Perhitungan kapasitas saluran eksisting**

Pada penelitian ini terdapat saluran yang rusak dan ada juga yang belum terdapat saluran. Maka pada saluran lama dihitung kembali apakah dimensinya memenuhi atau tidak, dan jika tidak akan dihitung ulang dan direncanakan redesain dan perencanaan saluran baru.

Contoh perhitungan titik 9-10, dengan saluran berbentuk persegi.

Diketahui dimensi eksisting pada saluran

$$b = 1,3 \text{ m}$$

$$H = 0,6 \text{ m}$$

$$h \text{ air} = 2/3 \times 0,6 = 0,40$$

$$Q \text{ rencana} = 0,051 \text{ m}^3$$

n (tanah) = 0,045 karena pada saluran eksisting saluran tanah tidak teratur dan rusak.

Menghitung luas penampang saluran berbentuk persegi

$$A = b \times h \text{ air}$$

$$= 1,3 \times 0,40$$

$$= 0,52 \text{ m}^2$$

$$P \text{ (keliling basah)}$$

$$P = b + (2 \times h \text{ air})$$

$$= 1,3 + (2 \times 0,40)$$

$$= 2,100 \text{ m}$$

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

$$R = \frac{0,52}{2,100}$$

$$= 0,248$$

$$S \text{ muka tanah} = 3 \% = 0,03$$

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

$$V = \frac{1}{0,045} \times 0,248^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{0,03}$$

$$= 1,518 \text{ m}/\text{dt}$$

$$Q \text{ hitung} = V \times A$$

$$= 1,518 \times 0,52$$

$$= 0,789 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Menghitung bilangan froude (Fr)

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \times A / b^2}}$$

$$Fr = \frac{1,518}{\sqrt{9,81 \times 0,6}}$$

$$Fr = 0,626$$

V izin :

$$V \text{ max} = 0,7 \text{ m}/\text{detik} \text{ untuk saluran tanah}$$

$$V \text{ min} = 0,2 \text{ m}/\text{detik} \text{ untuk saluran tanah}$$

Kontrol :

Kontrol debit rencana pada saluran eksisting

$$Q \text{ hit} \geq Q \text{ rencana} = 0,789 \geq 0,051 \text{ (OK)}$$

Kontrol kecepatan aliran dengan kecepatan ijin

$$V > V_{\text{maks}} = 1,518 \text{ m} > 0,7 \text{ (Tidak OK)}$$

$$V > V_{\text{min}} = 1,518 \text{ m} > 0,2 \text{ (OK)}$$

Karena pada kontrol kecepatan ada yang tidak memenuhi, maka dilakukan redesain pada saluran tersebut.

Kontrol bilangan Froude

Persyaratan pada aliran saluran yaitu untuk bilangan froude tidak boleh lebih dari (1 sub kritis)

$$F = \leq 1 (\text{Ok/ memenuhi})$$

$$F = 0,626 \leq 1 (\text{OK})$$

Karena ada beberapa saluran yang setelah dilakukan kontrol tidak memenuhi maka memerlukan redesain. Hal ini bisa jadi diakibatkan karena beberapa faktor baik dari segi dimensi yang terlalu kecil, bahan dari saluran, maupun saluran yang rusak pada saluran drainase eksisting sehingga perlu dilakukan redesain.

Perhitungan saluran baru

Perencanaan drainase baru dilakukan apabila drainase eksisting tidak bisa menampung dan mengalirkan air limbah secara optimal yang mengakibatkan luapan atau banjir. Sehingga perlu dilakukan perencanaan ulang saluran baru yang bisa mengoptimalkan saluran dengan merencanakan dimensi, bentuk, maupun bahan yang akan dipilih. Penampang drainase perencanaan dilakukan menggunakan pasangan batu kali dengan contoh perhitungan pada titik 9-10 dengan saluran berbentuk trapesium.

$$b_1 = 0,4$$

$$h_{\text{air}} = 0,6$$

$$S = 0,030$$

$$m = ((b_2 - b_1) / 2) / H$$

$$= ((0,8 - 0,4) / 2) / 0,9$$

$$= 0,2$$

n (batu kali) = 0,030 saluran dengan bentuk trapesium berbatu kali

•menghitung luas penampang saluran

$$A = (b_1 + (m \times h_{\text{air}})) \times h_{\text{air}}$$

$$= 0,4 + (0,2 \times 0,6) \times 0,6 = 0,3 \text{ m}^2$$

•menghitung keliling basah saluran P

$$P = b_1 + (2h) \times \sqrt{(1 + m^2)}$$

$$= 0,4 \text{ m} + (2 \times 0,6) \times \sqrt{(1 + 0,22)}$$

$$= 1,629 \text{ m}$$

•Menghitung jari – jari hidrolis saluran (R)

$$R = A / P$$

$$= 0,3 / 1,629$$

$$= 0,196 \text{ m}$$

•Menghitung kecepatan aliran saluran (V)

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

$$V = \frac{1}{0,030} \times 0,196^{\frac{2}{3}} \sqrt{0,030}$$

$$V = 1,951 \text{ m/dt}$$

•Menghitung bilangan Fr

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \times A / b_2}}$$

$$Fr = \frac{1,951}{\sqrt{9,81 \times 0,3 \times 0,4}}$$

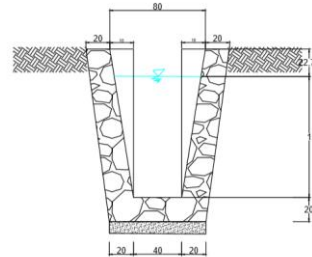
$$Fr = 0,985$$

•Menghitung debit saluran rencana (Q)

$$Q = v \times A$$

$$= 1,951 \times 0,3$$

$$= 0,624 \text{ m}^3/\text{dt}$$



Gambar 5 potongan melintang saluran redesain pada saluran 9-10.

•Kemudian selanjutnya, untuk kontrol aliran pada saluran ditentukan dengan bilangan froude < 1 . Bilangan froude pada saluran ini adalah $0,985 < 1$ (memenuhi aliran subkritis)

•Kontrol debit : $Q_{\text{hitung}} > Q_{\text{rencana}}$
 $0,624 \text{ m}^3/\text{dt} > 0,051 \text{ m}^3/\text{dt}$
 (memenuhi)

Bangunan Pelengkap

Bangunan pendukung seperti gorong – gorong yang direncanakan menggunakan box culvert dengan ukuran 400 mm x 400 mm, diletakkan di bawah jalan untuk mengalirkan air ke sebrang jalan. Bak kontrol direncanakan menggunakan pasangan bata dengan ukuran 0,9 m x 0,9 m x 1 m, di letakkan setelah saluran drainase sebelum pembuangan mengarah ke gorong-gorong. Curb inlet sebagai masuknya air ke dalam saluran menggunakan kanstain dengan ukuran 0,3 m x 0,2 m, yang diletakkan pada setiap jarak 100 m.

4.KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil perencanaan saluran drainase pada Jalan Randu Kerto Tengah – Jalan Trewung Kabupaten Pasuruan, di dapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode log pearson III dengan kala ulang 5 tahun, diperoleh curah hujan rancangan sebesar 419,385 mm/hari.
2. Kondisi saluran eksisting pada kawasan ini di beberapa tempat tidak dapat menampung debit dan kecepatan aliran tidak memenuhi persyaratan maka perlu tindakan redesain sepanjang 2,63 km dari panjang total 3,13 km. Dimensi saluran yang direncanakan menggunakan ukuran dengan lebar atas 1,2 m dan lebar bawah 0,8 m dan tinggi saluran

antara 0,9 m – 1 m. Pada perencanaan ini, sistem drainase menggunakan inovasi berwawasan lingkungan berupa sumur resapan untuk mengurangi banjir yang terjadi pada area jalan tersebut. Sumur resapan dipasang pada area yang meluap, tepatnya pada titik 21 dan 22 sebanyak 2 sumur resapan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dr. Ir. Suripin, M. E. (2003). *sistem drainase perkotaan berkelanjutan* .
- [2] Kusnaedi. (2011). *Sumur Resapan untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan*. Penebar Swadaya.
- [3] permen_pu_nomor_12-prt-m-2014_tentang_penyelenggaraan_sistem_drainase_perkotaan1 (1). (n.d.). *Permen PU No12 Tentang Penyelenggaran Sistem Drainase Perkotaan* .
- [4] Soeparman dan Suparmin 2001. (2001). *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair* .
- [5] Wesli, W. (2015). *Wesli-Drainase Perkotaan*.
- [6] Lorens Rinto,K. (2014, 18 Mei). *Bentuk dan Dimensi Saluran Terbuka*.
Diakses pada 5 Agustus 2024, dari
https://lorenskambuaya.blogspot.com/2014/05/bentuk-dan-dimensi-saluran-terbuka_18.html
- [7] Beton Elemen Indo PerkasaPT. (2023) *Spesifikasi Box Culvert Heavy Duty*.
Diakses pada 26 Juli 2024,dari
https://www.google.com/search?sca_esv=d7a9dca790d176ff&sxsrf=ADLYWIIb4pEYHboB-YQwTYHzM_lXq4rjQQ:1721972601428&q=box+culvert&udm=2&fbs=AEQNm0CTI4ghiYmMI-A67QciKvwhEVBEZaKMmvvXvCV-ZrcsMEXVAL4kGTKEt25E4G_8CYfeA-2RXDWtwNPmH5DKhTHjqoF_h15yI4k2PjRBdeCqzmwc0S2XMudwW-QbsAHtUizmAeXBU4nzN5b0iBb5JfmkNW1IivVXcxvFFaXV1FwK0IwkybJPWFrxyVyyR1qSqDptCx-HopsSbjtS6RgWmfOrObCSyA&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKEwiIkOLp_8OHAxUzRWcHHZ27Br8QtKgLegQIExAB&biw=1280&bih=541&dpr=1.5#vhid=7CFQe02ZEU_hjM&vssid=mosaic