

## EVALUASI DAN PERENCANAAN ULANG DRAINASE KAWASAN JL. KALIURANG KECAMATAN TEMBOKREJO KOTA PASURUAN

Khansa Amanda Dewati<sup>1</sup>, Ratih Indri Hapsari<sup>2</sup>, Moh Charits<sup>3</sup>

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang<sup>2,3</sup>

[khansamnd@gmail.com](mailto:khansamnd@gmail.com)<sup>1</sup>, [ratih@polinema.ac.id](mailto:ratih@polinema.ac.id)<sup>2</sup>, [moh.charits@polinema.ac.id](mailto:moh.charits@polinema.ac.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Kawasan Jl. Kaliurang yang berada di Kecamatan Tembokrejo Kota Pasuruan merupakan salah satu Kawasan yang terdampak genangan air hujan. Pada beberapa titik, saluran yang berada di Kawasan jalan kaliurang tidak mampu menampung air secara maksimal sehingga perlu adanya evaluasi dimensi pada saluran tersebut. Data yang diperlukan meliputi *site plan*, Peta topografi, dan data curah hujan tahun 2010-2019 pada stasiun GD. Wetan, P3GI, Pohjantrek, dan HSP Kota Pasuruan tahun 2019. Metode pengolahan data dimulai dari uji konsistensi, analisa curah hujan daerah dengan metode rata-rata aljabar, curah hujan rancangan metode Log Person Tipe III, uji kesesuaian distribusi dengan metode Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Square, perhitungan debit banjir rancangan dengan kala ulang 5 tahun, perhitungan debit limbah, perhitungan kapasitas saluran, dan menentukan dimensi saluran dan dimensi bangunan pelengkap seperti inlet, gorong-gorong, dan bangunan terjun. Dari hasil perhitungan diperoleh curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun sebesar 84.857 mm/hari. Sehingga direncanakan dimensi saluran terbuka dengan bahan pasangan batu kali sebesar 0.8 m × 1.2 m untuk saluran yang terbesar dan saluran terkecil sebesar 0.4 m × 0.2 m. Untuk memaksimalkan pemanfaatan air hujan dihitung pula parit infiltrasi yang dapat dipasang pada tiap-tiap rumah di Kawasan Jl. Kaliurang. Untuk 2 tipe rumah sebesar 9 m × 12 m didapatkan besar parit infiltrasi 0.5 m × 1 m × 4 m dan rumah sebesar 12 m × 15 m besar parit infiltrasi 0.5 m × 1 m × 7 m. Dimensi saluran setelah adanya parit infiltrasi dengan saluran terbesar 0.6 m × 0.8 m dan saluran terkecil sebesar 0.3 m × 0.3 m saluran terbuka dengan bahan beton. Estimasi biaya perencanaan untuk pembangunan ulang saluran drainase sebelum parit sebesar Rp.3.652.102.000,-, sedangkan besar rencana anggaran biaya setelah parit yaitu Rp.6.792.152.000,-.

**Kata kunci** : panen air hujan, parit infiltrasi, perencanaan alternatif

### ABSTRACT

*Jalan Kaliurang located in Tembokrejo, Pasuruan is an area affected by rainfall which in turn creates puddles on the street. The existing drainage's capacity is not able to contain the rainfall runoff so evaluation of the existing drainage is needed. The required data are site plan, topographic map, rainfall data 2010-2019 on GD.Wetan, P3GI, Pohjantrek Station, also the unit price of Pasuruan City on 2019. The methodology consists of rainfall consistency test, areal rainfall analysis with average algebra method, designed rainfall with Log Person Type III method, goodness-of-fit test with Smirnov-Kolmogorov and Chi-Square methods, designed flood discharge with a return period of 5 years using Rational method, and channel dimensions analysis using Manning Formula. The drainage structures include inlets, culvert, and drop structure. The analysis shows that the designed rainfall is 84.857 mm/day. As a result, the designed drainage consists of open channels with stone masonry lining, in dimensions ranging from 0.8 m × 1.2 m to 0.4 m × 0.2 m. A trench, which can be installed in front of houses for rainfall utilization is also designed. There are 2 types of existing houses, type 1 (9 m × 12 m) and type 2 (12 m × 15 m), where the dimensions of the designed trenches are 0.5 m × 1 m × 4m and 0.5 m × 1 m × 7 m for houses type 1 and type 2 respectively. Drainage dimensions after the trench installation can be reduced starting from 0.3 m × 0.3 m to 0.6 m × 0.8, comprised of open channels using concrete u ditch. The estimated cost of this alternative design is Rp.3.652.102.000,-, and for the estimated cost after installation of trench will be Rp.6.792.152.000,-.*

**Keywords** : rain harvesting, Trench, alternative design

## 1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu fenomena alam yang sering kita jumpai di Indonesia. Penyebab banjir tidak hanya karena alam tetapi juga dari campur tangan manusia itu sendiri. Pada musim penghujan air meluap di beberapa titik di kota pasuruan yang membuat masyarakat tidak nyaman. Salah satu daerah yang tergenang yaitu Jalan kaliurang Kecamatan Tembokrejo Kota pasuruan. Pada daerah tersebut genangan terjadi dengan lama durasi 2 hingga 4 jam hingga air benar benar surut. Dengan perkembangan jumlah penduduk pada daerah tersebut menyebabkan daerah resapan air berkurang sehingga pada saat musim penghujan air meluap.

Sehubungan dengan masalah tersebut, perlu perencanaan ulang drainase yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan debit air dan mengendalikan air pasca hujan dengan mengalirkan ke badan air terdekat. Dengan mengalirkan air ke badan air terdekat dapat mengalirkan air sehingga tidak terjadi genangan disekitarnya.

## 2. METODE

Penelitian ini dimulai dari analisis hidrologi yang terdiri dari pengolahan data hujan , yang kemudian dilakukan kontrol – kontrol, hingga mengitung rencana anggaran biaya yang dibutuhkan.

### Analisis Hidrologi

Dalam perhitungan curah hujan rancangan, dibutuhkan data curah hujan harian 10 tahun terakhir minimal dari 3 stasiun hujan terdekat. Menghitung curah hujan rancangan menggunakan metode Analisa statistic dengan distribusi - distribusi. Pemilihan metode distribusi ditetapkan berdasarkan nilai koefisien kepercengan (*skewness*) dan koefisien puncak (*kurtosis*). Di dapatkan hasil menggunakan Metode Log Pearson Tipe III.

$$\text{Log } X_{renc} = \log \bar{x} + G \cdot S \quad (1)$$

Keterangan :

- $X_{renc}$  = Curang Hujan Rancangan (mm/hari)
- $x$  = Data curah hujan (mm/hari)
- $\bar{x}$  = Rata-rata data curah hujan (mm/hari)
- $G$  = Nilai konstanta berdasarkan kala ulang dan Cs
- $S$  = Standar deviasi (mm/hari)
- $Cs$  = Koefisien kepercengan

Kemudian untuk mengetahui distribusi yang digunakan sesuai atau tidak, maka dilakukan uji kesesuaian distribusi dengan metode uji *Smirnov-Kolmogorov* untuk pengujian horizontal dan uji *Chi-Square* untuk pengujian vertical. Apabila distribusi yang digunakan sudah memenuhi, selanjutnya menghitung debit banjir rancangan yang diawali dengan menghitung waktu konsentrasi:

$$T_c = t_0 + t_d \quad (2)$$

dengan nilai  $t_0$  dan  $t_d$  dirumuskan sebagai berikut:

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} \cdot 3.28 \cdot L \cdot \frac{nd}{\sqrt{S}}\right)^{0.167} \quad (3)$$

dan

$$t_d = \frac{L_s}{60V} \text{ menit} \quad (4)$$

Dimana:

$n$  = Angka kekerasan manning,

$S$  = Kemiringan lahan,

$L$  = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan,

$L_s$  = Panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai,

$V$  = Kecepatan aliran di dalam saluran.

Langkah selanjutnya adalah curah hujan rancangan, menurut rumus mononobe, intensitas curah hujan dapat diperhitungkan sebagai berikut:

$$I_T = \frac{R_T}{24} \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3} \quad (5)$$

Dimana:

$R_T$  = Curah hujan rancangan,

$T_c$  = Waktu konsentrasi.

Dalam analisis hidrologi dilakukan juga perhitungan debit banjir rancangan yang ditetapkan sebagai dasar penentuan kapasitas dan dimensi bangunan hidraulik hal ini bertujuan agar kerusakan yang dapat ditimbulkan baik langsung maupun tidak langsung oleh banjir tidak terjadi selama besaran banjir belum terlampaui. Perhitungan debit banjir rancangan menggunakan rumus nasional sebagai berikut:

$$Q = 0,002778 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (6)$$

Dimana :

$Q$  = debit puncak banjir (m<sup>3</sup>/detik)

$C$  = Koefisien limpasan/pengaliran

$I$  = Intensitas curah hujan (mm/jam)

$A$  = Luas daerah (ha)

### Debit Air Limbah

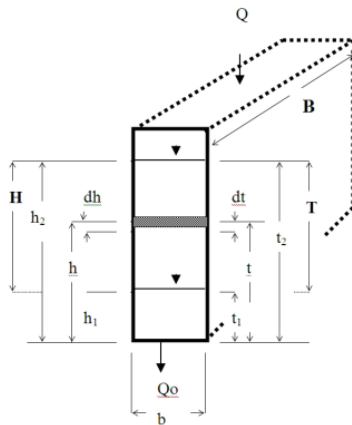
Debit air limbah adalah debit yang berasal dari buangan penduduk baik di lingkungan rumah tinggal, bangunan umum maupun bangunan komersil.

### Kapasitas Saluran

Menghitung kapasitas saluran dengan dengan menjumlah data debit banjir rancangan, debit limbah, dan debit dari saluran sebelumnya.

### Parit Infiltrasi

Parit Infiltrasi merupakan galian parit yang membentuk cekungan di bawah permukaan tanah. Cekungan tanah diisi kembali dengan batuan sehingga mampu menampung limpasan air. Tujuan utama dari sumur resapan ini adalah memperbesar masuknya air kedalam tanah sebagai air resapan (infiltrasi).



**Gambar 1** Debit Resapan Pada Sumur  
Sumber: Sunjoto, 2008

Pada perhitungan dimensi parit infiltrasi, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi. Terdapat faktor geometrik yang mempengaruhi bentuk dari parit infiltrasi, berikut rumus faktor geometrik:

$$f = \frac{4H + 4\sqrt{bB} \ln 2}{\ln\left(\frac{H + 4\sqrt{bB}}{6\sqrt{bB}} + \sqrt{\left(\frac{H}{6\sqrt{bB}}\right)^2 + 1}\right)} \quad (7)$$

Setelah menentukan besar faktor geometric yang digunakan berikut perhitungan panjang parit infiltrasi:

$$B = \frac{-fKT}{nb\left(\ln\left(1 - \frac{fKH}{Q}\right)\right)} \quad (8)$$

Dimana:

- B = Panjang parit,
- b = Lebar parit,
- H = Tinggi air di dalam parit,
- f = Faktor geometric parit,
- K = Koefisien Permeabilitas tanah,
- T = Durasi dominan hujan,
- Q = Debit air masuk,
- N = Porositas material.

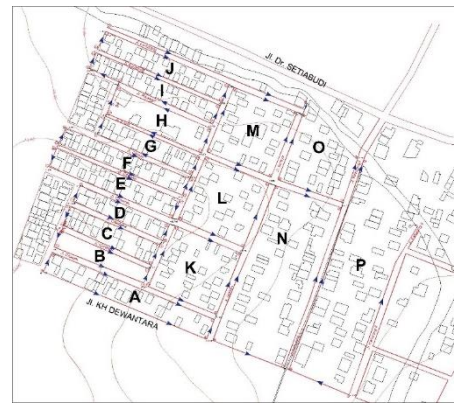
**Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Anggaran pada setiap item pekerjaan dan daerah kerjanya berbeda, perbedaan itu disebabkan oleh perbedaan harga satuan tiap masing-masing daerah. Secara umum rencana anggaran biaya dirumuskan sebagai berikut:

$$RAB = \text{Volume pekerjaan} \times \text{Harga satuan pekerjaan} \quad (9)$$

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam jaringan drainase, terlebih dahulu mencari elevasi pada tiap titiknya untuk mengetahui arah aliran, letak gorong-gorong, juga tempat pembuangan akhir dengan hasil sebagai berikut:



**Gambar 2** Layout Jaringan Drainase  
Sumber: Hasil Perhitungan

**Analisa Hidrologi**

Perhitungan data curah hujan maksimum selama 10 tahun terakhir di stasiun hujan Pohjantrek, P3GI, dan GD. Wetan selama tahun 2010 – 2019.

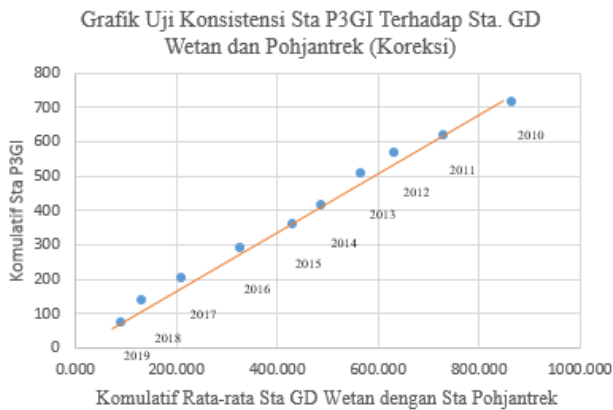
**Tabel 1.** Data Curah Hujan maksimum Tahunan

Tahun	Sta. P3GI	Sta. GD. WETAN	Sta. POHJANTREK
2019	71.752	80	100
2018	66	29	56
2017	67	52	108
2016	88	78	152
2015	68	68	142
2014	60	55	58
2013	105	74	81
2012	67	63	68
2011	59	120	75
2010	107	124	148

Dari hasil uji konsistensi data hujan yang dilakukan dengan metode kurva massa ganda, terdapat beberapa data yang tidak konsisten sehingga perlu dilakukan koreksi dengan menghitung nilai M1 dan M2. Berikut perhitungan uji konsistensi pada stasiun hujan P3GI:

$$\text{Sebelum koreksi: } F = \frac{M1}{M2} = \frac{0,816}{0,914} = 0,893$$

$$\text{Setelah koreksi: } F = \frac{M1}{M2} = \frac{0,816}{0,816} = 1,000$$



**Gambar 3** Grafik Uji Konsistensi St. P3GI Terhadap St. GD. Wetan dan St. Pohjantrek (Terkoreksi)

Berdasarkan hasil perhitungan koefisien kepencengan dan koefisien kepuncakan, menghitung curah hujan rancangan dengan menggunakan metode Distribusi Log Pearson Tipe III. Didapat hasil perhitungan curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun sebagai berikut:

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Tr	G	Log Xranc	Xranc
5	0,835	1,929	84,857

Sumber: Hasil Perhitungan

Waktu konsentrasi yang digunakan untuk menghitung saluran 20b – 5b sebagai berikut:

a) Inlet time :

$$t_o = \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{s}} \right]^{0,167}$$

$$= \left[ \frac{2}{3} \times 3,28 \times 12.36 \times \frac{0,1}{\sqrt{0,01}} \right]^{0,167}$$

$$= 1,734 \text{ menit}$$

b) Conduit time :

$$t_d = \frac{L}{60 V} = \frac{91,67}{60 \times 1,5} = 1,019 \text{ menit}$$

Maka didapatkan nilai tc :

$$t_c = t_o + t_d$$

$$= 1,734 + 1,019$$

$$= 2,753 \text{ menit} = 0,046 \text{ jam}$$

Rumus mononobe digunakan pada perhitungan untuk intensitas curah hujan sebagaimana pada salah satu contoh perhitungan berikut:

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

$$= \frac{84,857}{24} \left[ \frac{24}{0,046} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$= 229,545 \text{ mm/jam}$$

$$= 0,0000638 \text{ m/dtk}$$

Debit banjir yang dihitung adalah air yang berasal dari rumah maupun dari jalan yang masuk kedalam saluran. Lebar

jalan yang dihitung menggunakan setengah badan jalan dari luas daerah tangkapan air per saluran yang direncanakan, sedangkan lebar rumah menggunakan setengah dari luas DTA per saluran yang direncanakan. Berikut contoh perhitungan debit banjir pada saluran 20b – 5b:

Diketahui:

$$I = 0,0000638 \text{ m/dtk}$$

$$\text{Luas (A) Lahan} = 1134,041 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas (A) Jalan} = L_o \times L_d$$

$$= 1,5 \times 91,67$$

$$= 137,505 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas (A) Total} = 1134,041 + 137,505$$

$$= 1271,546 \text{ m}^2$$

Untuk saluran 20b - 5b memiliki daerah tangkapan air dari jalan dan lahan, oleh karena itu terdapat 2 nilai C pada saluran 20b - 5b, untuk nilai C dicari nilai koefisien pengaliran gabungan  $C_w$ .

$$C \text{ jalan (aspal)} = 0,95$$

$$C \text{ lahan} = 0,60$$

$$C_w = \frac{(A \text{ jalan} \times C \text{ jalan}) + (A \text{ lahan} \times C \text{ lahan})}{A \text{ total}}$$

$$= \frac{(137,505 \times 0,95) + (1134,041 \times 0,60)}{1271,546}$$

$$= 0,638$$

$$\text{Maka, } Q = C \times I \times A$$

$$= 0,638 \times 0,0000638 \times 1271,546$$

$$= 0,0517147 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

#### Debit Air Kotor

Debit air kotor berasal dari jumlah penduduk Kawasan jl. Kaliurang beserta kebutuhan air untuk bangunan Gedung lainnya. Q limbah pada saluran 20b – 5b

$$Q \text{ limbah} = Q_{\text{air limbah per orang}} \times \text{jumlah penduduk}$$

$$= 152 \times 9 \text{ orang}$$

$$= 1368 \text{ ltr/orang/hari} = 0,00001583 \text{ m}^3/\text{dt}$$

#### Kapasitas Saluran

Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan kapasitas saluran pada saluran 20b – 5b.

$$Q \text{ total} = Q \text{ hujan} + Q \text{ limbah} + Q \text{ saluran sebelumnya}$$

$$= 0,051715 + 0,00001583 + 0,003987504$$

$$= 0,0557181 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Saluran 20b – 5b menerima air dari saluran 19 – 20 b.

#### Dimensi Saluran

a. Menghitung kemiringan (slope) saluran

$$\text{Slope} = \frac{(\text{Elevasi Titik } 20b - \text{Elevasi } 5b)}{\text{Panjang Jalan (Ls)}}$$

$$= \frac{(11,654 - 9,660)}{91,67}$$

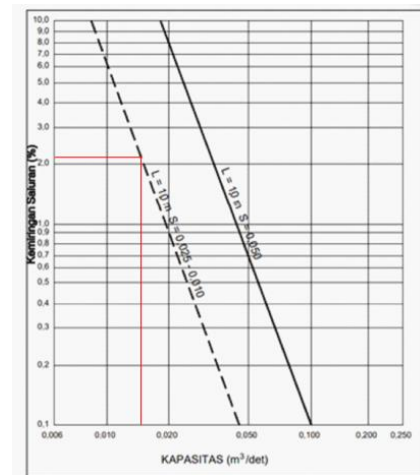
$$= 0,0218$$

- b. Untuk dimensi saluran dapat dilakukan dengan coba-coba.  
 Dicoba :  
 $b = 0,4 \text{ m}$   
 $h$  = didapat dari hasil coba-coba sampai  $Q$  kap.  
 saluran =  $Q$  rencana  
 $Q \text{ Kap. Saluran} = Q \text{ rencana}$   
 $0,0557 = 0,0557$  maka di dapatkan  $h = 0,129 \text{ m}$
- c. Menghitung luas penampang ( $A$ )  
 $A = b \times h$   
 $= 0,4 \times 0,129$   
 $= 0,052 \text{ m}^2$
- d. Menghitung keliling basah ( $P$ )  
 $P = b + 2h$   
 $= 0,4 + 2(0,129)$   
 $= 0,658 \text{ m}$
- e. Menghitung jari-jari hidrolis ( $R$ )  
 $R = \frac{A}{P} = \frac{0,052}{0,658} = 0,078 \text{ m}$
- f. Menghitung kecepatan aliran ( $V$ )  
 $V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$   
 $= \frac{1}{0,025} \times 0,078^{\frac{2}{3}} \times 0,0218^{\frac{1}{2}}$   
 $= 1,080 \text{ m/dtk} < 2,000 \text{ m/dtk} \dots\dots\dots(\text{Memenuhi})$
- g. Menghitung debit ( $Q$ )  
 $Q = V \times A$   
 $= 1,080 \times 0,052$   
 $= 0,0557 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- h. Menghitung bilangan Froude ( $Fr$ )  
 $Fr = \frac{v}{\sqrt{gh}} = \frac{1,080}{\sqrt{9,81 \times 0,129}} = 0,961 < 1 \dots\dots(\text{Memenuhi})$
- i. Setelah semua syarat terpenuhi, maka dimensi saluran sudah tepat. Maka selanjutnya dapat menghitung tinggi jagaan.  
 Tinggi jagaan  $= \frac{1}{3} h$   
 $= \frac{1}{3} \times 0,129$   
 $= 0,043 \text{ m}$   
 Sehingga dimensi rencana saluran :  
 $b = 0,4 \text{ m}$   
 $H = 0,129 + 0,043 = 0,172 \text{ m} \approx 0,2 \text{ m}$

**Inlet**

Dalam perencanaan kali ini inlet yang digunakan adalah inlet datar untuk saluran tertutup dan inlet tegak pada saluran terbuka.

Dengan kemiringan saluran 2.189% dan kemiringan jalan 1.7%, langkah pertama perhitungan inlet datar yaitu dengan melihat grafik kapasitas lubang pemasukan samping didapatkan nilai debit inlet ( $Q_i$ ) sebesar  $0.015 \text{ m}^3/\text{detik}$ .



**Gambar 4** Grafik Kapasitas Lubang Pemasukan Samping Inlet pada Saluran 20b – 5b

Setelah didapatkan debit inlet sebesar  $0.015 \text{ m}^3/\text{detik}$  didapatkan luas inlet sebesar  $0.039 \text{ m}^2$ . Dengan luas inlet sebesar  $0.039 \text{ m}^2$  maka:

$B = 0.200 \text{ m}$  ,  $H = 0.200 \text{ m}$   
 Jarak antar inlet yaitu 5m, sehingga jumlah inlet yang dibutuhkan pada saluran 19 – 4a sebanyak:  
 Jumlah inlet =  $91.59 \text{ m} : 5 \text{ m}$   
 $= 19 \text{ buah}$

Untuk saluran terbuka digunakan inlet dengan model inlet tegak (*curb inlet*), berikut contoh perhitungan untuk inlet tegak pada saluran 20b – 5b:

Diketahui:  
 Kemiringan jalan = 1.7%  
 Lebar setengah jalan = 1.5 meter  
 Dipakai ukuran  $B$  dan  $L$  sesuai dengan SNI 2442:2008 Speifikasi Kereb Beton untuk Jalan yaitu  $B = 0.300 \text{ m}$  dan  $L = 0.150 \text{ m}$ .

$$Q_i = 3.1 \times L \times B \times h^{0.5}$$

$$= 3.1 \times 0.15 \times 0.30 \times (0.017 \times 1.5)^{0.5}$$

$$= 0.0223 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Inlet akan dipasang dengan jarak 5m  
 Jumlah inlet  $= 91.59 \text{ m} : 5 \text{ m}$   
 $= 19 \text{ buah}$

**Parit Infiltrasi**

Pada rumah di Kawasan jl. Kaliurang pasuruan dengan luas DTA atap  $9 \text{ m} \times 12 \text{ m}$  dengan perhitungan sebagai berikut:

1. Diketahui dimensi atap beton =  $9 \times 12 \text{ m}$ , dengan kemiringan atap dak beton = 1%, dan besar  $k = 0.000003797 \text{ m/detik}$ .
2. Mengansumsikan besor  $L_o = 9 \text{ m}$ ,  $L_d = 12 \text{ m}$  , dengan nilai  $nd$  beton = 0.013, dan  $C$  beton = 0.9
3. Menghitung waktu konsentrasi

a)  $t_o = \left( \frac{2}{3} \times 3.28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)$   
 $= \left( \frac{2}{3} \times 3.28 \times 9 \times \frac{0.013}{\sqrt{0.010}} \right)$   
 $= 1.170 \text{ menit}$   
 b)  $t_d = \frac{Ld}{60.V}$   
 $= \frac{12}{60 \times 1.5}$   
 $= 0.133 \text{ menit}$   
 c)  $t_c = t_o + t_d$   
 $= 1.170 + 0.133$   
 $= 1.303 \text{ menit} = 78.19 \text{ detik} = 0.022 \text{ jam}$

4. Menghitung intensitas curah hujan

$$I = \frac{R24}{24} \left( \frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= \frac{84.857}{24} \left( \frac{24}{0.022} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 377.902 \text{ m/jam} = 0.0001050 \text{ m/detik}$$

5. Menghitung debit air hujan yang tertampung pada parit

$$Q = C \times I \times A$$

$$= 0.9 \times 0.0001050 \times 108$$

$$= 0.01020 \text{ m}^3/\text{detik}$$

6. Menghitung dimensi parit infiltrasi

Lebar sumur di rencanakan sebesar 0.5 meter, dan Tinggi sumur sebesar 1 meter, didapatkan faktor geometrik parit :

$$f = \frac{4H + 4\sqrt{bB} \ln 2}{\ln \left( \frac{H + 4\sqrt{bB}}{6\sqrt{bB}} + \sqrt{\left( \frac{H}{6\sqrt{bB}} \right)^2 + 1} \right)}$$

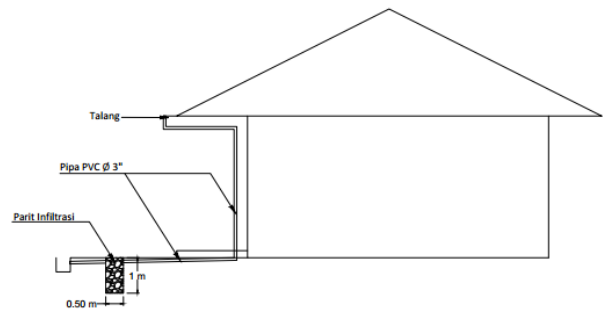
$$= 7,483 \text{ meter}$$

Sehingga didapatkan panjang parit:

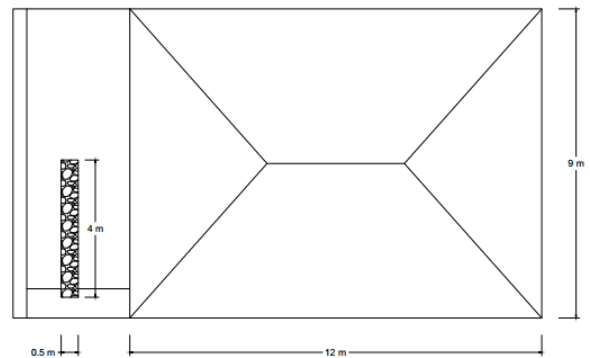
$$B = \frac{-f K T}{nb \left( \ln \left( 1 - \frac{f K H}{Q} \right) \right)}$$

$$= 3,984 \text{ meter} \approx 4 \text{ meter}$$

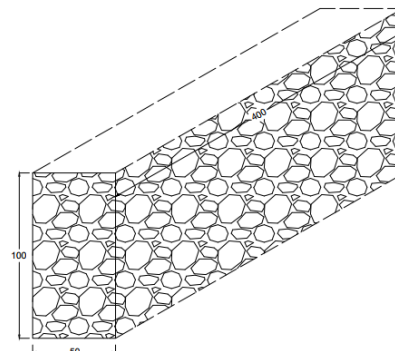
Maka didapatkan desain parit infiltrasi dengan lebar 0.5 meter, kedalaman 1 meter dan panjang 4 meter untuk rumah tipe 1. Berikut gambar denah rumah dan letak parit infiltrasi untuk rumah tipe 1:



Gambar 5 Denah rumah dengan ukuran 9 x 12 meter dan parit infiltrasi



Gambar 6 Potongan rumah dengan ukuran 9 x 12 meter dan parit infiltrasi



Gambar 7 Detail Bangunan Parit Infiltrasi

Setelah perhitungan parit infiltrasi yang terpasang pada setiap rumah, selanjutnya dapat dihitung dimensi saluran setelah terpasangnya parit. Pada perhitungan dimensi saluran setelah terpasangnya parit debit banjir yang diterima oleh saluran dihitung hanya dari jalan dengan perhitungan debit banjir pada saluran  $20b - 5b$  seperti berikut ini:

Diketahui:

$$I = 0,0000638 \text{ m/dtk}$$

$$\text{Luas (A) Lahan} = 0,000 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas (A) Jalan} &= L_o \times L_d \\ &= 1.5 \times 91,67 \\ &= 137.505 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Pada perhitungan nilai C menggunakan nilai C pada jalan saja sehingga C jalan (aspal) 0,95

$$\begin{aligned} \text{Maka, } Q &= C \times I \times A \\ &= 0,95 \times 0,0000638 \times 137,505 \\ &= 0,00833 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

**Debit Air Kotor**

Debit air kotor berasal dari jumlah penduduk Kawasan jl. Kaliurang beserta kebutuhan air untuk bangunan Gedung lainnya. Q limbah pada saluran 20b – 5b

$$\begin{aligned} Q \text{ limbah} &= Q_{\text{air limbah per orang}} \times \text{jumlah penduduk} \\ &= 152 \times 9 \text{ orang} \\ &= 1368 \text{ ltr/orang/hari} = 0,00001583 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

**Kapasitas Saluran**

Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan kapasitas saluran pada saluran 20b – 5b.

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q \text{ hujan} + Q \text{ limbah} + Q \text{ saluran sebelumnya} \\ &= 0,00833 + 0,00001583 + 0,003987504 \\ &= 0,01233 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Saluran 20b – 5b menerima air dari saluran 19 – 20 b.

**Dimensi Saluran**

- a. Menghitung kemiringan (slope) saluran
 
$$\begin{aligned} \text{Slope} &= \frac{(\text{Elevasi Titik } 20b - \text{Elevasi } 5b)}{\text{Panjang Jalan (Ls)}} \\ &= \frac{(11,654 - 9,660)}{91,67} \\ &= 0,0218 \end{aligned}$$
- b. Untuk dimensi saluran dapat dilakukan dengan coba-coba.
 

Dicoba :

$$b = 0,3 \text{ m}$$

h = didapat dari hasil coba-coba sampai Q kap. saluran = Q rencana

$$\begin{aligned} Q \text{ Kap. Saluran} &= Q \text{ rencana} \\ 0,0123 &= 0,0123 \end{aligned}$$

maka di dapatkan h = 0,057 m
- c. Menghitung luas penampang (A)
 
$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 0,4 \times 0,057 \\ &= 0,017 \text{ m}^2 \end{aligned}$$
- d. Menghitung keliling basah (P)
 
$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 0,4 + 2(0,057) \\ &= 0,415 \text{ m} \end{aligned}$$
- e. Menghitung jari-jari hidrolis (R)
 
$$R = \frac{A}{P} = \frac{0,017}{0,415} = 0,042 \text{ m}$$
- f. Menghitung kecepatan aliran (V)
 
$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{0,013} \times 0,042^{\frac{2}{3}} \times 0,006^{\frac{1}{2}} \\ &= 0,715 \text{ m/dtk} < 3,000 \text{ m/dtk} \dots\dots\dots(\text{Memenuhi}) \end{aligned}$$

- g. Menghitung debit (Q)
 
$$\begin{aligned} Q &= V \times A \\ &= 0,715 \times 0,017 \\ &= 0,0123 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$
- h. Menghitung bilangan Froude (Fr)
 
$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gh}} = \frac{0,715}{\sqrt{9,81 \times 0,057}} = 0,952 < 1 \dots\dots(\text{Memenuhi})$$

Sehingga didapat pada saluran 20b – 5b menggunakan dimensi rencana 0,3 m × 0,3 m menggunakan bahan beton U-Ditch.

**Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Setelah menghitung data volume dan harga satuan pekerjaan dilanjutkan dengan menghitung rencana anggaran biaya. Pada rencana anggaran biaya volume pekerjaan di kali dengan harga satuan pekerjaan disetiap pekerjaannya. Dari hasil perhitungan total biaya pekerjaan menggunakan harga satuan pekerjaan Kabupaten Pasuruan tahun 2019, maka didapat hasil rencana anggaran biaya yang dibutuhkan sebesar Rp. 3.652.102.000,-. Sedangkan besar rencana anggaran biaya setelah pemasangan parit sebesar Rp. 6.792.152.000,-.

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil dari perencanaan ulang saluran drainase pemukiman daerah Jl. Kaliurang Kecamatan Tembokrejo Kota Pasuruan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Jaringan saluran drainase pada daerah Jl. Kaliurang Kota Pasuruan memiliki 4 titik pembuangan akhir, Pembuangan pertama dan kedua terletak pada Jl. Kaliurang I. Pembuangan akhir ketiga terletak pada Jl. Serayu, dan Pembuangan keempat terletak pada Jl. Kaliurang II.
2. Debit rancangan berdasarkan kala ulang 5 tahun di daerah Jalan Kaliurang Kota Pasuruan adalah 84.857 mm/hari.
3. Pada daerah Jalan Kaliurang terdapat 2 tipe rumah dengan ukuran tipe 1 berukuran 9 × 12 meter dan rumah tipe 2 sebesar 12 × 15 meter. Pada kedua rumah tersebut direncanakan dipasang parit infiltrasi dengan dimensi untuk rumah tipe 1 sebesar 0.5 m × 1 m × 4 m dan rumah tipe 2 sebesar 0.5 m × 1 m × 7 m dengan bahan parit pasangan batu kali.
4. Jaringan saluran drainase pada daerah pemukiman menggunakan saluran terbuka berbentuk saluran persegi dengan bahan pasangan batu kali. Dimensi saluran terbuka terbesar adalah 0.8 m × 1,2 m dan saluran terkecil sebesar 0.4 × 0.2 meter. Sedangkan dimensi terbesar saluran terbuka setelah pemasangan

parit infiltrasi yaitu  $0.6 \times 0.8$  meter dan saluran terkecil sebesar  $0.3 \times 0.3$  meter dengan bahan saluran beton.

5. Rencana Anggaran Biaya yang diperlukan untuk pembangunan ulang saluran drainase baru sebelum parit sebesar Rp. 3.652.102.000,-. Sedangkan besar rencana anggaran biaya setelah pemasangan parit sebesar Rp. 6.792.152.000,-.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kamila, N., Wardhana, I, W., & Sutrisno, E. Perencanaan system drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainage) di Kelurahan Jatisari, Kecamatan Mijen, Kota Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 20(2). (2016).
- [2] Sunjoto, *The Recharge Trench as A Sustainable Supply System*, *Journal of Environmental Hydrology*, *The Electronic Journal of the International Association for Environmental Hydrology*, *On the Worldwide Web at <http://www.hydroweb.com>* Vol.16 Paper 11 March 2008.
- [3] Anonim. *Standar Perencanaan Irigasi Bagian Saluran KP-03 1986*, Bandung : Departemen Pekerjaan Umum. 1986.
- [4] Anonim. *Standar Perencanaan Irigasi Bagian Bangunan KP-04 1986*, Bandung: Departemen Pekerjaan Umum. 1986.
- [5] Anonim. *Drainase Perkotaan*, Gunadarma. 1997.
- [6] Chow, Ven Te. *Hidrolika Saluran Terbuka*, Jakarta: Erlangga. 1985.
- [7] Harahap, R., Jeumpa, K., & Silitonga, E. M. *Drainase Pemukiman : Prinsip Dasar & Aplikasinya*. Yayasan Kita Menulis. 2020.
- [8] Hasmar, Halim. *Drainase Terapan*, Yogyakarta : UII Press Yogyakarta. 2012.
- [9] Ibrahim, H. *RENCANA DAN ESTIMATE REAL of COST*. Jakarta: PT. Bumi Aksara. 2001.
- [10] Nugroho, A., Beeh, Y. R., & Astuningdyas, H. Perancangan Aplikasi Rencana Anggaran Biaya (RAB)(Studi Kasus Pada Dinas Pekerjaan Umum Kota Salatiga). *Jurnal Informatika*, 10(1), 10-18. 2010.
- [11] Soewarno. *Hidrologi Operasional Jilid Kesatu*. Bandung: PT. Aditya Bakti. 2000.
- [12] Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*, Yogyakarta: Andi. 2004.
- [13] Syawalid, N., & Siswanto, E. H. *Rencana Anggaran Biaya*. 2014.