

PERENCANAAN JARINGAN DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN PADA JALAN RAYA DONOMULYO SAMPAI JALAN TRISULA KECAMATAN DONOMULYO KABUPATEN MALANG

Alfian Eka Winanto^{1,*}, Sutikno², Windah Harsanti³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi¹, Jurusan Teknik Sipil², Politeknik Negeri Malang³

Email: alfianeka82@gmail.com¹, sutikno.civil@gmail.com², wharsanti@gmail.com³

ABSTRAK

Drainase jalan diperlukan untuk mencegah genangan air, seperti pada Jalan Raya Donomulyo sampai Jalan Trisula Kecamatan Donomulyo, Kabupaten Malang. Genangan air ini merupakan imbas dari pemabngunan saluran drainase yang kurang merebak sehingga mengakibatkan jalan menjadi cepat rusak dan kegiatan warga terganggu. Tujuan dari peulisan ini adalah merancang saluran drainase ramah lingkungan, menguji hidrolika saluran drainase dan bangunan, serta menghitung anggaran biaya. Data yang diperlukan diantaranya peta topografi, data curah hujantahun 2011 hingga 2020 untuk 3 stasiun terdekat: Donomulyo, Pagak, dan Poh Gajih, serta harga satuan dasar pekerjaan Kabupaten Malang 2021. Data diolah dengan metode *Log Pearson III*, uji kesesuaian metode *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorov* kala ulang 10 tahun, metode *Mononobe* untuk intensitas hujan dan metode rasional untuk debit banjir rancangan. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai curah hujan rancangan 93,304 mm/hari; debit banjir rancangan 0,00092593 m³/dt; sumur resapan sebagai indikator drainase berwawasan lingkungan dengan kedalaman 2,2 meter dan dimensi 0,7 meter; dimensi terbesar sebesar 0,8 m x 1,07 m; biaya konstruksi sebesar Rp. 8.215.869.226,51

Kata kunci : Saluran Drainase, Sumur Resapan, Rencana Anggaran Biaya

ABSTRACT

Road drainage is needed to prevent waterlogging, such as on Donomulyo Highway to Trisula Roar, Donomulyo District, Malang Regency. This puddles the impact of the construction of drainage channels that are less spreading, resulting in roads being damaged quickly and residents' activities disrupted. The purpose of this paper is to design environmentally friendly drainage channels, test the hydraulics of drainage canals and buildings, and calculate the cost budget. The data needed include topographic maps, rainfall data for 3 years 2011 to 2020 for the nearest 3 stations: Donomulyo, Pagak, and Poh Gajih, as well as the basic unit price of work for Malang Regency 2021. The data were processed us;ing the Log Pearson III method, the conformity test of the Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov methods on the 10th anniversary, the Mononobe method for rain intensity and the rational method for design flood discharge. From the calculation results, the design rainfall value is 93,304 mm / day; draft flood dis;;charge 0.00092593 m³/s; infiltration wells as an indicator of environmentally sound drainage with a depth of 2.2 meters; and dimensions of 0.7 meters; the largest dimensions are 0.8 m x 1.07 m; constructions cost of Rp . 8,215,869,225.51

Keywords : Drainage channel, Infiltration Well, Budget Plan

1. PENDAHULUAN

Bencana banjir merupakan fenomena alam yang umum terjadi di sebagian besar wilayah Indonesia. Kerugian yang diakibatkan dari bencana tersebut harus menjadi perhatian khusus, baik kerugian material maupun korban jiwa. Penyebab banjir di perkotaan di Indonesia umumnya disebabkan oleh buruknya integrase sistem drainase, curah

hujan yang tinggi, sedimentasi saluran, serta alih fungsi lahan dari ruang hijau menajdi kawasan pemukiman.

Kecamatan Donomulyo merupakan salah satu kawasan yang tahun demi tahun terdampak banjir saat musim hujan. Pada Desember 2021, berdasarkan informasi melalui media social terdapat beberapa titik banjir yang melanda Kecamatan Donomulyo, seperti di Jl. Raya Donomulyo – Jl. Trisula,

Kecamatan Donomulyo, Kabupaten Malang. Penyebab utama banjir di Kecamatan Donomulyo yaitu sistem drainase yang begitu kurang memadai saat curah hujan cukup tinggi, dan beberapa faktor anatara lain yaitu resapan air yang berkurang karena alih fungsi lahan besar-besaran, serta banyak saluran drainase yang belum di bangun.

Pentingnya sistem drainase dalam pembangunan suatu wilayah adalah untuk menghindari terjadinya banjir ketika terjadi hujan yang berlebihan sehingga air yang turun, dapat dialirkan untuk dibuang. Perencanaan sistem drainase yang ideal adalah dengan merencanakan dahulu sistem drainase di suatu daerah, setelah itu baru pembangunan daerah itu sendiri baik itu digunakan untuk perumahan, infrastruktur umum maupun yang lainnya. Oleh karena itu, disusunlah skripsi ini dengan judul “Perencanaan Jaringan Drainase Berwawasan Lingkungan Pada Jalan Raya Donomulyo Sampai Jalan Trisula Kecamatan Donomulyo Kabupaten Malang” sebagai salah satu solusi dalam mengatasi permasalahan banjir dan genangan air di ruas jalan tersebut.

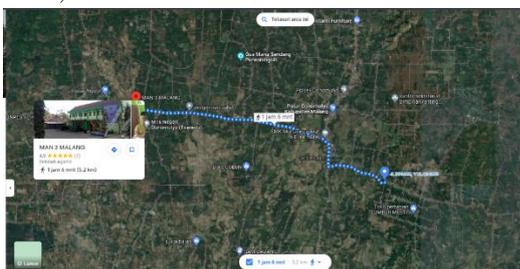
Tujuan

Tujuan adanya perencanaan jaringan drainase Jalan Raya Donomulyo – Jalan Trisula Kecamatan Donomulyo Kabupaten Malang adalah untuk menghitung debit aliran rencana, yang kemudian digunakan untuk menghitung besarnya sumur resapannya dan saluran rencana serta menghitung biaya anggaran untuk konstruksinya.

2. METODE

Lokasi Penelitian

Perencanaan saluran drainase ini dilaksanakan pada daerah ruas Jalan Raya Donomulyo – Jalan Trisula Kecamatan Donomulyo Kabupaten Malang. Jalan ini panjangnya 5,2 km. Sehingga jika dibangun semua di kedua ruas jalan totalnya menjadi 10,4 km.



Gambar 1. Lokasi Perencanaan

Sumber: Google Maps

Data

Adapun beberapa data yang dipakai meliputi data primer sekunder. Informasi mengenai segala kondisi saluran drainase eksisting baik berupa besaran dimensinya saluran serta panjang salurannya ini biasa disebut dengan data primer. Kondisi saluran – saluran eksisting yang kurang

begitu baik ataupun layak, hal ini terlihat dari gambar saluran – saluran drainase yang banyak ditumbuhi vegetasi alam, dimensi saluran drainase yang kecil, saluran drainase yang rusak hingga yang belum ada saluran eksistingny. Adapun penyebab lain dari adanya genangan yaitu saluran yang ada dibawah permukaan tanah banyak yang tidak memiliki inlet, tidak adanya sumur resapan, dan tidak adanya bak kontrol. Berikut merupakan hasil potret dari survei yang telah dilaksanakan di saluran eksistingnya, yang tertuang dalam **Gambar 2.**



Gambar 2. Kondisi Saluran

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Data sekunder dihasilkan dengan mencari informasi dari berbagai sumber buku atau dapat menghubungi instansi terkait. Data sekunder yang digunakan ialah data jumlah penduduk tahun 2021 dari Badan Pusat Statistik kabupaten Malang, data curah hujan yang disiapkan BMKG pada Sta Donomulyo, Pagak, dan Poh Gajih tahun 2011 sampai 2020, peta topografi dari Badan Informasi Geospastial, dan data permeabilitas tanah dari lab pengujian Politeknik Negeri Malang, serta HSPK Kabupaten Malang tahun 2021.

Analisis Data

a) Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi berguna dalam menghitung perkiraan debitnya. Menurut (Suripin, 2004) perhitungan curah hujan dapat dilakukan menggunakan salah satu metode berupa rata-rata aljabar. Kemudian dicari hubungan antara intensitas kejadian ekstrim dengan frekuensi kejadiannya, hal ini sering disebut dengan analisis frekuensi. Metode yang biasa dipakai untuk perhitungan menggunakan Metode Log – Pearson Tipe III.

$$\text{Log } \overline{CH}_{\text{ranc}} = \log CH_{\text{ranc}} + G.Sd \tag{2.16}$$

$$CH_{\text{rancangan}} = 10^{\log(\text{Chranc})} \tag{2.17}$$

Dimana:

CH = nilai rerata curah hujan

G = variabel standar curah hujan

Sd = standar deviasi

b) Perhitungan Debit Rencana

Menurut (Soemarto, 1999) debit banjir dapat dihitung jika sudah menghitung intensitas curah hujannya.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad (2.25)$$

Dimana:

- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- R24 = Curah hujan rancangan dengan peluang tertentu (mm/hari)
- t = Durasi hujan (jam)

untuk menghitung debit banjir rencana menggunakan metode rasional (Sosrodarsono, 2003)

$$Q = C \times I \times A \quad (2.23)$$

Dimana:

- Q = Debit banjir rancangan (m3/dt)
- C = Koefisien pengaliran
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah aliran (ha)

c) Perhitungan Debit Air Kotor

Untuk menghitung jumlah air kotor yang dibuang, terlebih dahulu kita harus menentukan jumlah air kotor yang dibuang oleh setiap orang. Nilai debit air kotor rerata per orang setiap hari ialah 300lt/hari/orang (Soeparman dan Suparmin, 2001).

$$Q \text{ air kotor} = Q \text{ air kotor} \times \text{jumlah penduduk} \quad (2.31)$$

d) Perhitungan Sumur Resapan

$$H = \frac{Q \text{ resapan}}{F.K} \left(1 - e^{-\frac{F.k.T}{\pi.D} \frac{F.k.T}{\pi R^2}}\right) \quad (2.40)$$

Dan untuk debit sumur resapan

$$Q_0 = F. K. H$$

Dimana:

- F = faktor geometri
- K = Koefisien permeabilitas (m/dt)
- H = tinggi permukaan air (m)
- Q = debit air (m³/dt)
- T = waktu pengaliran (dt)
- R = jari – jari sumur resapan (m)

e) Analisa Hidrolika

Pada tahap analisa hidrolika rumus yang digunakan menggunakan kapasitas saluran.

$$Q = A. V \quad (2.33)$$

Dimana:

- Q = Debit (m³/dt)
- A = Luas penampang basah (m²)
- V = Kecepatan rata-rata (m/dt)

Kecepatan ijin serta jenis aliran dngan rumus

$$V = \frac{1}{n} . R^{2/3} . S^{1/2} \quad (2.32)$$

Dimana:

- V = Kecepatan rata-rata dalam saluran (m/dt)
- n = Koefisien kekasaran manning
- R = Jari – jari hidrolis (m)
- S = Kemiringan dasar saluran

0,2 – 20 m/s merupakan nilai ijin dari saluran bahan batu kali. Gaya gravitasi dan gaya inersia merupakan sebuah parameter untuk menentukan saluran ini berjenis apa. Lalu parameter ini biasa disebut dengan bilangan Froude (Fr). Aliran dapat dikatakan subkritis, kritis atau superkritis bila sudah dikontrol dengan bilangan froudenya. Bilangan Froude dapat dihitung dengan

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g.h}} \quad (2.37)$$

Dimana:

- V = Kecepatan aliran (m/dt)
- h = Kedalaman aliran (m)
- g = Kecepatan gravitasi (9.8m/dt³)

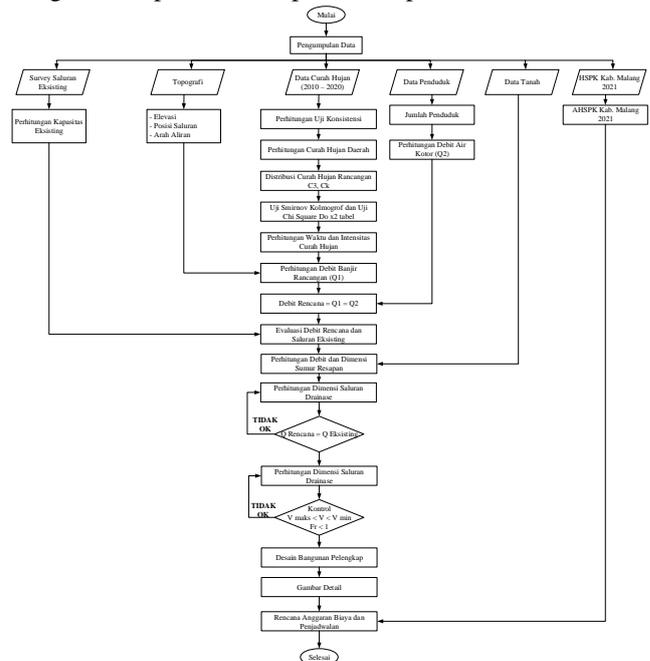
f) Rencana Anggaran Biaya

Dalam penyusunan rencana anggaran biaya, berikut hal yang harus diperhatikan:

- a. Mengidentifikasi iteem pekerjaan
- b. Menghitung volume pekerjaan
- c. Menganalisis harga satuan pekerjaan
- d. Menaksir rencana angggaran biaya

Bagan Alir

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Diagram Alir Rencana Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a) Perhitungan Curah Hujan Daerah

Metode rata-rata aljabar digunakan untuk menghitung curah hujan, kemudian mengambil nilai rata-rata dari 3 stasiun sehingga diperoleh nilai curah hujan terbesar seperti **Tabel 1**.

Tabel 1. Data Hasil Hitungan Curah Hujan Daerah

Tahun	Curah Hujan Max (mm/jam)
2020	45.059
2019	86.893
2018	47.862
2017	83.593
2016	80.000
2015	74.000
2014	85.000
2013	75.667
2012	90.000
2011	78.000

Sumber: Perhitungan

b) Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Nilai curah hujan rancangan dihasilkan dari perhitungan nilai curah hujan daerah menggunakan Log Pearson III kalla ulang 10 tahun didapatkan:

$$\begin{aligned} \log CH_{ranc} &= \log CH_{ranc} + G \cdot S \\ &= 1,862 + 1,970 \times 0,106 \\ &= 1,950 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CH \text{ rancangan} &= 10^{\log(CH_{ranc})} \\ &= 10^{1,950} \\ &= 93,304 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

c) Evaluasi Saluran Drainase

Untuk evaluasi hal pertama yang dilakukan yaitu menghitung intensitas curah hujan dilanjut menghitung debit rancangan dari jalan dan pemukimannya. Pada STA 0+000 – 0+100 nilai koefisien pengaliran (C) di jalan sebesar 0,8 serta luasnya tangkapan air 200 m², maka:

$$\begin{aligned} I &= \frac{93,30}{24} \left(\frac{24}{0,043} \right)^{2/3} \\ &= 310,126 \text{ mm/jam} \\ &= 0,00008615 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{jalan} &= 0,8 \times 0,00008615 \times 200 \\ &= 0,01378 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Nilai koefisien pengaliran (C) pemukiman sebesar 0,4 dengan luas 4103 m², maka dapat dihitung:

$$I = \frac{93,30}{24} \left(\frac{24}{0,052} \right)^{2/3}$$

$$= 231,903 \text{ mm/jam}$$

$$= 0,00006442 \text{ m/dt}$$

$$Q_{pemukiman} = 0,4 \times 0,00006442 \times 4103$$

$$= 0,10573 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Pada STA 0+000 – 0+100 ada 2 unit rumah maka menampung limbah dari kedua rumah tersebut. Isi dari masing masing rumah ialah 4 orang, maka jumlah dari kedua rumah tersebut menjadi 8 orang. Maka dapat dihitung air kotor nya sebagai berikut:

$$Q_{air\ kotor} = 300 \times 8$$

$$= 2400 \text{ lt/dt}$$

$$= 0,0000278 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Didapatkan debit pada saluran di STA 0+000 – 0+100 sebesar 0,01378 + 0,10573 + 0,00000278 = 0,11953 m³/dt. Pada STA ini dievaluasi salurannya menggunakan batu kali dengan dimensi 0,6 x 0,8 m besarnya kemiringan 0,00017%. Maka dihitung kapasitas salurannya:

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{0,025} \cdot 0,2000^{2/3} \cdot 0,00017^{1/2} \\ &= 0,354 \text{ m}^2/\text{dt} \end{aligned}$$

$$Q = 0,354 \times 0,48$$

$$= 0,127 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Didapatkan kapasitas sebesar 0,127 m³/detik lebih besar dari hasil debit rencananya yaitu sebesar 0,11953 m³/detik, maka disimpulkan saluran tersebut masih bisa mengalirkan debit rencana.

Selain mengontrol kapasitas diatas, saluran juga harus mengontrol kecepatan dan nilai bilangan Froudenya. Dari hasil hitungan nilai V = 0,354 m/detik dan nilai Fr = 0,1458. Besarnya ketentuannya V ijin = 0,2 – 2,0 m/dt dan Fr < 1,;

d) Perhitungan Sumur Resapan

Rencana sumur resapannya diasumsikan mempunyai jari-jari (R) = 0,7 m tinggi (H) = 2,2 m dan dengan nilai koefisien permeabilitas (K) sebesar 0,00000093 m/detik. Dari dimensi itu, sumur resapan mampu menampung air hujan sebesar 0,000007797 m³/detik selama 2 jam. Berikut hitungannya di STA 0+000 – 0+100.

$$\begin{aligned} Q_{ditampung} &= Q - Q_0 \\ &= 0,00005477 - 0,000007797 \\ &= 0,00004697 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{dialirkan} &= Q_{rencana} - Q_{ditampung} \\ &= 0,11953 - 0,00004697 \\ &= 0,11952 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Total sumur resapan berjumlah 59 yang terbagi 33 berada di sebelah selatan dan 2006 berada di sebelah utara. Penempatan sumur resapan berada di depan rumah masing-masing warga dan nilai efektivitas sumur resapan sebesar 46,189% dalam pengurangan limpasan air.

e) Perhitungan Dimensi Saluran

Perhitungan saluran berikut di asumsikan dengan lebar (B) = 0,6 m sedangkan tingginya (h) = 0,6 m dan besarnya kemiringan saluran (S) = 0,0007. Saluran ini direncanakan menggunakan batu kali dan berbentuk segi empat . berikut perhitungan pada STA 0+000 – 0+100:

$$\begin{aligned}
 A &= B \times h \\
 &= 0,6 \times 0,6 = 0,36 \text{ m}^2 \\
 P &= B + (2 \times h) \\
 &= 0,6 + (2 \times 0,6) = 1,8 \text{ m} \\
 R &= A/P \\
 &= 0,36/1,8 = 0,2 \text{ m} \\
 V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times \sqrt{S} \\
 &= \frac{1}{0,025} \times 0,2^{2/3} \times \sqrt{0,0007} \\
 &= 0,354 \text{ m}^2/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Kecepatan ijin maksimum yaitu 2 m/dt sedangkan kecepatan minimum 0,2 m/dt hal ini merupakan ketentuan kecepatan aliran jika menggunakan batu kali. Kecepatan yang direncanakan memenuhi persyaratan hal ini berdasarkan hasilnya lebih kecil dari kecepatan ijin maksimum.

$$\begin{aligned}
 Q &= V \times A \\
 &= 0,354 \times 0,36 \\
 &= 0,12744 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Fr &= \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}} \\
 &= \frac{0,354}{\sqrt{9,81 \cdot 0,6}} \\
 &= 0,145
 \end{aligned}$$

Hasil $Q_{hitung} > Q_{rancangan}$ (0,127 > 0,119) dan hasil bilangan Froude < 1 (0,145 < 1), kesimpulannya ukurannya dapat dipakai.

f) Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan anggran diperoleh sesudah menghitung total volume setiap pekerjaan kemudian dianalisis menggunakan HSPK Kabupaten Malang 2021.

Tabel 2. Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Harga Pekerjaan (Rp)
I	Pekerjaan Persiapan	72.261.570,27
II	Pekerjaan Tanah	2.571.694.115,84
III	Pekerjaan Pasangan	5.418.194.700,08
IV	Pekerjaan Saluran Pracetak	30.751.772,10
V	Pekerjaan Sumur Resapan	122.967.068,21
	Total Akhir	8.215.869.226,51

Sumber: Perhitungan

Tabel 2 ialah rincian anggaran biaya pembangunan saluran drainase nilai tersebut sudah ditambahkan dengan pajak sebesar 15% dari per item pekerjaan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari perencanaan jaringan drainase berwawasan lingkungan pada Jalan Raya Donomulyo sampai Jalan Trisula Kecamatan Donomulyo Kabupaten Malang sebagai berikut :

1. Kondisi saluran saat ini di beberapa titik tidak memenuhi debit yang direncanakan, dan di beberapa titik masih belum terdapat saluran drainase, adapun masih berupa tanah jadi, perlu direncanakan kembali drainasenya.
2. Dengan menggunakan kala ulang 10 tahun didapatkan debit saluran mulai 0,221 m³/dt sampai 0,854 m³/dt
3. Dimensi saluran bervariasi . Dari hitungan didapatkan dimensi terkecil tinggi 0,8 meter lebar 0,6 meter dan terbesar tinggi 1,07 meter lebar 0,8 meter. Sedangkan ukuran udit yang terkecil tinggi 0,4 meter lebar 0,4 meter dan terbesar tinggi 0,8 meter lebar 0,8 meter.
4. Total seluruh anggaran biaya yang digunakan perencanaan sebesar Rp. 8.215.869.226,51.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) C.D Soemarto,1999,Hidrologi Teknik Erlangga, Jakarta
- 2) Chow, Ven Te. 1985. Hidrolika Saluran Terbuka, Jakarta: Erlangga
- 3) Drainase Berwawasan Lingkungan dengan Sumur Resapan di Lahan Perumahan
- 4) E.M.Wilson. 1974. Hidrologi Teknik, Bandung: ITB
- 5) Faisal.M. 2015. Evaluasi Dan Perencanaan Drainase Di Jalan Soekarno Hatta Kota Malang
- 6) Ibrahim, Bachtiar. 2001. Rencana dan Estimate Real of Cost, Jakarta : PT. Bumi
- 7) Kustamar. 2009. Sistem Drainse Perkotaan Pada Kawasan Pertanian, Urban, dan, Malang :Dream Litera
- 8) Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, Yogyakarta :Andi Press.