

PERENCANAAN SALURAN DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN PADA JALAN RAYA TEMPEH KABUPATEN LUMAJANG

Ahmad Rezandria Imawan¹, Utami Retno Pudjowati², Ayisya Cindy Harifa³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

rezandriaimawan@gmail.com¹, utami.retno@polinema.ac.id², ayisya_civil@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Ruas Jalan Raya Tempeh terletak di Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang. Di sepanjang ruas jalan tersebut, tidak ditemukan saluran drainase sehingga menyebabkan terjadinya genangan air di jalan setelah hujan turun. Tujuan penelitian ini adalah menghitung curah hujan rancangan, menghitung debit banjir rancangan, menghitung dimensi saluran drainase, menghitung dimensi sumur resapan, dan menghitung rencana anggaran biaya. Penelitian ini menggunakan metode Log Pearson tipe III dengan kala ulang 5 tahun, uji kesesuaian dengan metode Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov, intensitas hujan dengan metode Mononobe, debit banjir rancangan dengan metode rasional, dan mendesain saluran drainase berdasarkan hasil perhitungan. Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peta topografi, data curah hujan dari 3 stasiun terdekat: Besuk, Tempeh Lor, dan Tempeh Kidul tahun 2013 sampai dengan 2022, dan harga satuan pekerjaan Kabupaten Lumajang tahun 2022. Hasil perhitungan diperoleh curah hujan rancangan sebesar 129,073 mm/hari. Debit banjir rancangan yang dihasilkan bervariasi, mulai dari 0,110 m³/detik hingga 2,203 m³/detik. Perencanaan saluran drainase berbentuk persegi dengan material batu kali. Saluran drainase tersebut memiliki ukuran minimal lebar 0,4 m, tinggi 0,4 m, ukuran maksimal lebar 1 m, dan tinggi 1,6 m. Drainase berwawasan lingkungan menggunakan sumur resapan dengan diameter berukuran 1 meter dan kedalaman 1,8 meter. Hasil perhitungan biaya konstruksi untuk saluran drainase tersebut sebesar Rp8.317.368.000,00. Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan drainase berwawasan lingkungan, genangan air hujan di sepanjang ruas Jalan Raya Tempeh Kecamatan Tempeh, Kabupaten Lumajang dapat diatasi dengan saluran drainase yang direncanakan serta peletakan sumur resapan sejumlah 59 titik.

Kata kunci : saluran drainase, berwawasan lingkungan, perencanaan drainase, sumur resapan.

ABSTRACT

Tempeh Highway is located in the Tempeh District, Lumajang Regency. No drainage channels were found along this road, causing water puddles on the road after rainfall. This research aims to calculate the design rainfall, estimate the design flood discharge, determine the dimensions of drainage channels, calculate the dimensions of infiltration wells, and estimate the budget plan. This study uses the Log Pearson type III method with a 5-year return period, tested for suitability using the Chi-Square and Smirnov-Kolmogorov methods, calculates rainfall intensity using the Mononobe method, designs flood discharge using the rational method, and designs drainage channels based on the calculation results. The data used in this study includes topographic maps, rainfall data from three nearest stations: Besuk, Tempeh Lor, and Tempeh Kidul from 2013 to 2022, and work unit price data for Lumajang Regency in the year 2022. Calculation results obtained a design rainfall of 129.073 mm/day. The generated design flood discharge varies, ranging from 0.110 m³/second to 2.203 m³/second. The drainage channel is planned to be square-shaped and made of river stones. The minimum dimensions for the drainage channel are 0.4 meters wide and 0.4 meters high, while the maximum dimensions are 1 meter wide and 1.6 meters high. Environmentally friendly drainage is implemented using infiltration wells with a diameter of 1 meter and a depth of 1.8 meters. The construction cost for the drainage channel amounts to IDR 8,317,368,000.00. Based on the analysis and environmentally friendly drainage planning, the rainwater puddles along Tempeh Highway in the Tempeh District, Lumajang Regency, can be resolved with the planned drainage channels and the placement of 59 infiltration wells.

Keywords : drainage channel, environmentally friendly, drainage planning, infiltration wells.

1. PENDAHULUAN

Drainase adalah salah satu fasilitas umum yang memiliki peran penting di kehidupan sehari-hari dan merupakan bagian penting dari perencanaan tata ruang wilayah, sehingga perlu direncanakan dengan baik untuk memperoleh fungsi yang sesuai. Namun, banyak saluran drainase yang tidak efisien, sehingga berdampak negatif terhadap lingkungan.

Beberapa kondisi di lingkungan yang dapat mengakibatkan dampak buruk atau negatif bagi lingkungan, seperti beralih fungsi guna lahan menjadi pemukiman, dimensi saluran drainase yang belum memenuhi kebutuhan, tidak adanya drainase pada beberapa titik yang mengakibatkan genangan, tertutupnya saluran drainase yang dapat mengakibatkan aliran tidak berjalan dengan baik, dan pemeliharaan saluran drainase yang kurang maksimal.

Berdasarkan pengamatan, di JL. Raya Tempeh Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang tidak mempunyai saluran drainase sehingga menyebabkan genangan air di jalan saat hujan. Oleh karena itu perlu dilakukan perencanaan drainase agar dapat mengalirkan debit limpasan dengan baik ke arah hilir saluran, sehingga pada jalan tersebut tidak ada genangan air saat terjadi hujan. Sebagai penambah lahan resapan, direncanakan adanya inovasi berwawasan lingkungan menggunakan sumur resapan untuk meresapkan air hujan serta meningkatkan cadangan air dalam tanah untuk mencegah kekeringan selama musim kemarau.



Gambar 1 Lokasi Perencanaan Drainase

Sumber: Google Earth, (19 Juli 2023, pukul 20.41 WIB)

2. METODE

Penelitian ini dimulai dengan analisis hidrologi, yang mencakup pengolahan data hujan. Setelah itu, kontrol dilakukan sampai menghasilkan rencana anggaran biaya yang diperlukan.

Uji Konsistensi

Uji konsistensi data hujan ditujukan untuk mengukur keakuratan data lapangan menggunakan metode kurva massa ganda (*Double Mass Curve*). Pada metode ini dilakukan perbandingan anatara data satu stasiun hujan dengan stasiun hujan sekitarnya (Wigati and Ichwan, 2014).

$$m = \frac{n \cdot \sum X_i \cdot Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \cdot \sum X_i \cdot Y_i - (\sum X_i)^2} \quad (1)$$

Keterangan:

m : koefisien regresi (kemiringan garis regresi)

n : banyak data

X_i : komulatif stasiun pembanding

Y_i : komulatif stasiun utama

$$F = \frac{m_1}{m_2} \quad (2)$$

Keterangan:

F : faktor koreksi

m₁ : gradien garis lurus

m₂ : gradien garis tidak lurus

Analisis Curah Hujan Daerah

Metode rata-rata Aljabar tepat digunakan pada daerah yang memiliki topografi datar dengan posisi stasiun hujan yang tersebar merata di area tersebut dengan hasil penakaran pada setiap stasiun hujan tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh stasiun hujan di seluruh area (Sosrodarsono and Takeda, 2003).

$$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \quad (3)$$

Keterangan:

R : curah hujan rata-rata DAS (mm)

R₁, R₂, R_n : curah hujan pada setiap stasiun hujan (mm)

n : banyaknya stasiun hujan

Analisis Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan adalah analisis berulangnya satu peristiwa hujan dengan besaran, baik frekuensi persatuan waktu maupun kala ulangnya. Untuk menentukan distribusi yang akan digunakan, perlu adanya nilai koefisien kepengcangan (*skewness*) dan koefisien kepuncakan (*kurtosis*) (Basuki dkk., 2009).

$$\log X_{ranc} = \log \bar{x} + G \cdot S \quad (4)$$

Keterangan :

X_{ranc} = Curah 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 kepengcangan

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam bentuk tinggi hujan maupun volume hujan tiap satuan waktu yang dinyatakan dalam satuan mm/jam atau cm/jam (Salihanura, 2022).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (5)$$

Dimana:

- I : Intensitas hujan (mm/jam)
- R24 : Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm/hari)
- tc : Waktu konsentrasi hujan (jam)

Perhitungan waktu konsentrasi sebagai berikut:

$$tc = t_0 + t_d \tag{6}$$

dengan nilai t_0 dan t_d dirumuskan sebagai berikut:

$$t_0 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \tag{7}$$

$$t_d = \frac{L_d}{60v} \tag{8}$$

Dimana:

- n = Koefisien hambatan (Manning),
- S = Kemiringan lahan,
- L = Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan,
- Ld = Panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai,
- V = Kecepatan aliran di dalam saluran.

Debit Banjir Rancangan

Debit banjir rancangan adalah perkiraan debit banjir terbesar yang akan terjadi pada suatu daerah dengan peluang kejadian tertentu (Sriyono, E., 2012). Perhitungan debit banjir rancangan menggunakan metode rasional sebagai berikut:

$$Q = C \times I \times A \tag{9}$$

Dimana:

- Q : debit banjir rancangan (m³/dt)
- C : koefisien pengaliran
- I : intensitas curah hujan (mm/jam)
- A : luas daerah pengaliran (ha)

Debit Air Limbah

Air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan pemukiman, rumah makan (restaurant), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Air limbah domestik umumnya mengandung senyawa polutan organik yang cukup tinggi, dan dapat diolah dengan proses pengolahan secara biologis (Yudo dan Setiyono, 2008).

Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan sumur atau lubang pada permukaan tanah yang digunakan untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah (Kusnaedi, 2007).

$$H = \frac{Q}{FK} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right) \tag{10}$$

Dimana:

- H = tinggi muka air sumur (m)
- F = faktor geometrik (m)
- Q = debit air masuk (m³/det)
- Q₀ = debit resapan (m³/det)
- T = waktu pengaliran (detik)
- K = koefisien permeabilitas tanah (m/det)
- R = jari-jari sumur (m)

Perhitungan Kapasitas dan Dimensi Saluran

Kapasitas saluran dihitung berdasarkan besarnya debit yang direncanakan. Dimensi saluran direncanakan sesuai dengan

teori hidrolika dan ketentuan keamanan yang telah ditetapkan. Untuk parameter dimensi saluran ditentukan berdasarkan bentuk saluran drainase yang akan digunakan (Salihanura, 2022).

Rumus unsur-unsur geometris penampang persegi sebagai berikut:

$$A = b \times h \tag{11}$$

$$P = b + 2h \tag{12}$$

$$R = A/P \tag{13}$$

Keterangan:

A = luas penampang saluran (m²)

b = lebar saluran

h = tinggi muka air

P = keliling basah saluran (m)

R = jari-jari hidrolis (m)

Kecepatan dan debit saluran dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \tag{14}$$

$$Q = V \times A \tag{15}$$

Keterangan:

V : Kecepatan aliran (m/detik)

n : Koefisien kekasaran Manning

R : Jari-jari Hidrolis (m)

I : Kemiringan dasar saluran

A : Luas penampang basah saluran (m²)

Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan adalah jarak vertikal yang diukur dari permukaan air sampai permukaan tanah atau tanggul saluran. Cara ini bertujuan untuk mencegah air naik ke tepi.

$$w = \frac{1}{3} h \tag{16}$$

$$H = h + w \tag{17}$$

Keterangan:

w = Tinggi jagaan (m)

h = Kedalaman air yang tergenang (m)

H = Tinggi total (m)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan drainase berwawasan lingkungan berlokasi di Jalan Raya Tempeh, Kabupaten Lumajang dengan saluran drainase sepanjang ± 3,6 Km.

Data Hujan

Dalam penelitian ini, data curah hujan maksimum diambil dari 3 stasiun hujan terdekat (Stasiun Besuk, Stasiun Tempeh Lor, Stasiun Tempeh Kidul) selama 10 tahun terakhir (2013-2022).

Tabel 1 Data curah hujan maksimum 3 stasiun

No	Tahun	Stasiun Besuk	Stasiun Tempeh Lor	Stasiun Tempeh Kidul

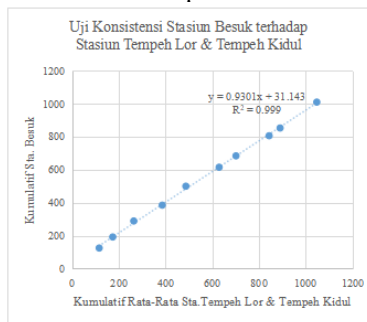
1	2013	125	122	109
2	2014	67	51	65
3	2015	97	98	82
4	2016	96	146	98
5	2017	115	86	116
6	2018	115	110	175
7	2019	69	86	58
8	2020	122	159	125
9	2021	47	47	47
10	2022	157	157	157

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Kab. Lumajang

Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data menggunakan metode kurva massa ganda untuk memastikan bahwa data hujan konsisten dan melakukan koreksi jika ada kesalahan.

Berikut hasil uji konsistensi Stasiun Besuk terhadap Stasiun Tempeh Lor dan Stasiun Tempeh Kidul.

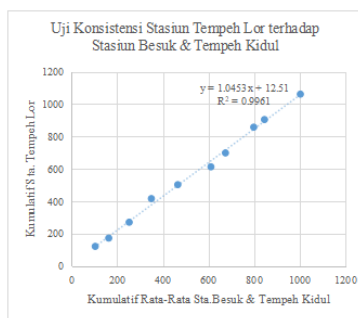


Gambar 2 Kurva Massa Ganda Koreksi Stasiun Besuk

Sumber: Hasil analisis

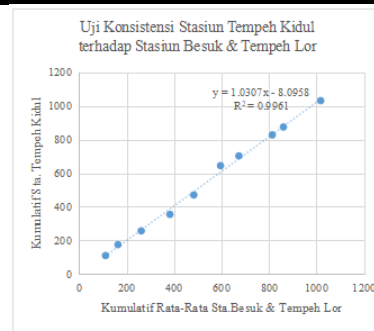
Hasil uji konsistensi yang ditunjukkan pada Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai R^2 adalah 0,999 dan garis dianggap lurus, yang menunjukkan bahwa data telah konsisten.

Setelah koreksi Stasiun Besuk selesai, maka Stasiun Tempeh Lor dan Stasiun Tempeh Kidul diuji konsistensi. Hasil uji konsistensi Stasiun Tempeh Lor dapat dilihat pada Gambar 2 dan hasil uji konsistensi dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 2 Kurva Massa Ganda Koreksi Stasiun Tempeh Lor

Sumber: Hasil analisis



Gambar 3 Kurva Massa Ganda Koreksi Stasiun Tempeh Kidul

Sumber: Hasil analisis

Berdasarkan hasil uji konsistensi pada Gambar 2 didapat nilai R^2 adalah 0,9961 dan Gambar 3 didapat nilai R^2 adalah 0,9961. Garis pada kedua gambar dianggap telah lurus, yang menunjukkan konsistensi.

Curah Hujan Daerah Maksimum

Setelah melakukan uji konsistensi pada setiap Stasiun yang disebutkan di atas, kalikan hasil uji konsistensi masing-masing Stasiun dengan curah hujan daerah maksimum. Hasil curah hujan maksimum dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2 Data curah hujan maksimum

Tahun	Curah Hujan Maksimal
2013	103.373
2014	37.818
2015	76.711
2016	107.667
2017	103
2018	133
2019	62.333
2020	123.333
2021	47
2022	157

Sumber: Perhitungan

Dari perhitungan curah hujan rancangan, didapatkan nilai C_s -0,059, sehingga metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Log Pearson Tipe III.

Curah Hujan Rancangan

Metode distribusi Log Pearson Tipe III digunakan untuk menghitung koefisien kepengcangan dan koefisien kepuncakan. Hasil perhitungan curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3 Perhitungan curah hujan rancangan

Interpolasi	
C_s	G
0	0.842
-0.2	0.850
-0.059	0.844
log hujan rancangan	2.111
hujan rancangan	129.073

Sumber: Perhitungan

Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan dapat dilakukan menggunakan metode mononobe seperti contoh perhitungan pada STA 0+000 - 0+100. Perhitungan intensitas curah hujan dengan data curah hujan rancangan R24 = 129,073 mm/hari. Contoh perhitungan waktu konsentrasi (tc) pada pemukiman sebagai berikut:

$$L_o = 24,5 \text{ m (Lebar rumah)}$$

$$L_d = 74,70 \text{ m (Panjang rumah pada satu ruas saluran yang direncanakan)}$$

$$n_d = 0,1 \text{ (Koefisien hambatan/kekasaran)}$$

$$S = 1\% \text{ (kemiringan pemukiman umumnya 1\%)}$$

$$V_d = 1,5 \text{ m/dt (kecepatan aliran rencana di saluran)}$$

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{n}{\sqrt{S}}\right)^{0,167}$$

$$t_o = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 24,5 \times \frac{0,1}{\sqrt{0,01}}\right)^{0,167} = 1,944 \text{ menit}$$

$$t_d = \frac{L_d}{60v}$$

$$t_d = \frac{74,60}{60 \times 1,5} = 0,830 \text{ menit}$$

$$t_c = t_o + t_d$$

$$t_c = 1,944 + 0,830$$

$$= 2,774 \text{ menit}$$

$$= 0,046 \text{ jam}$$

Intensitas Curah Hujan Pemukiman

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

$$I = \frac{129,073}{24} \left(\frac{24}{0,046}\right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 347,358 \text{ mm/jam}$$

$$= 0,0000965 \text{ mm/detik}$$

Debit Banjir Rancangan

Perhitungan debit banjir rancangan menggunakan koefisien pengaliran sesuai dengan jenisnya. Contoh perhitungan debit banjir rancangan pada wilayah banjir sebagai berikut:

$$\text{Rumah} = 0,4$$

$$\text{Jalan} = 0,7$$

$$\text{Lahan} = 0,1$$

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

$$Q_{\text{Rumah}} = 0,4 \times 0,0000965 \times 1830,150 = 0,071 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{Jalan}} = 0,7 \times 0,0001179 \times 350 = 0,029 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{Lahan}} = 0,1 \times 0,0000987 \times 1095,490 = 0,011 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dimensi Saluran

Saluran drainase pada penelitian ini direncanakan menggunakan material batu kali dengan bentuk persegi. Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan, dimensi terkecil memiliki ukuran lebar 0,4 meter dan tinggi 0,4 meter. Dimensi terbesar memiliki ukuran lebar 1 meter dan tinggi 1,6 meter. Contoh perhitungan dimensi saluran drainase pada STA 0+000 - 0+100 sebagai berikut:

$$\text{Elevasi awal} = + 100,022$$

$$\text{Elevasi akhir} = + 98,529$$

$$\text{Panjang saluran} = 100 \text{ m}$$

$$n_d = 0,025$$

$$b = 0,4$$

a. Kemiringan saluran.

$$S = \frac{\text{elevasi awal} - \text{elevasi akhir}}{L_s} = \frac{100,022 - 98,529}{100} = 0,015$$

b. Luas penampang basah.

$$A = b \times h$$

$$= 0,4 \times h$$

$$= 0,4 h \text{ m}^2$$

c. Keliling basah.

$$P = b \times 2h$$

$$= (0,4 \times 2h) \text{ m}$$

d. Jari-jari hidrolis.

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

$$R = \frac{0,4h}{0,4 \times 2h}$$

e. Kecepatan aliran.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times \left(\frac{0,4h}{0,4 \times 2h}\right)^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{0,015}$$

f. Debit saluran rencana.

$$Q = V \times A$$

$$= \left(\frac{1}{0,025} \times \left(\frac{0,4h}{0,4 \times 2h}\right)^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{0,015}\right) \times 0,4 h$$

g. Perhitungan tinggi muka air.

$$Q_{\text{rencana}} \leq Q_{\text{hitungan}}$$

$$0,110 \leq \left(\frac{1}{0,025} \times \left(\frac{0,4h}{0,4 \times 2h}\right)^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{0,015}\right) \times 0,4h$$

$$0,03177 \leq 4,898 \times \left(\frac{0,4h}{0,4 \times 2h}\right)^{\frac{2}{3}} \times (0,4h)$$

$$h \leq 0,254 \text{ m}$$

h. Kontrol kecepatan saluran.

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

$$V = \frac{1}{0,025} \times \left(\frac{0,4h}{0,4 \times 2 \times 0,254}\right)^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{0,015}$$

$$V = 1,134 \text{ m/detik}$$

$$V_{\text{min}} \leq V_{\text{hit}} \leq V_{\text{max}}$$

$$0,2 \text{ m/dt} \leq 1,134 \text{ m/dt} \leq 3 \text{ m/detik (Memenuhi)}$$

i. Kontrol bilangan fraude.

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot h}}$$

$$Fr = \frac{1,134}{\sqrt{9,81 \times 0,254}}$$

$$= 0,719$$

j. Tinggi jagaan.

$$w = \frac{1}{3} h$$

$$w = \frac{1}{3} \cdot 0,254$$

$$= 0,085 \text{ m}$$

k. Perhitungan H saluran yang direncanakan.

$$H = h + w$$

$$= 0,254 + 0,085$$

$$= 0,339 \approx 0,4 \text{ m}$$

Rencana Anggaran Biaya

Biaya yang diperlukan untuk merencanakan saluran drainase dan sumur resapan sebesar Rp. 8.522.346.000,00.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan saluran drainase berwawasan lingkungan pada Jalan raya Tempeh, Kabupaten Lumajang, dapat disimpulkan bahwa :

1. Curah hujan rancangan yang dihasilkan dengan perhitungan kala ulang 5 tahun sebesar 129.073 mm/hari
2. Debit banjir rancangan yang dihasilkan bervariasi, debit terkecil sebesar 0,110 m³/detik dan debit terbesar sebesar 2,203 m³/detik
3. Dimensi saluran dengan bentuk persegi memiliki ukuran yang bervariasi, dimensi terkecil memiliki ukuran lebar 0,4 meter dan tinggi 0,4 meter. Dimensi terbesar memiliki ukuran lebar 1 meter dan tinggi 1,6 meter.
4. Perencanaan sumur resapan menghasilkan dimensi dengan diameter 1 m dan kedalaman sumur resapan sebesar 1,8 m
5. Biaya yang diperlukan untuk merencanakan saluran drainase berwawasan lingkungan pada Jalan raya Tempeh, Kabupaten Lumajang sebesar **Rp. 8.522.346.000,00.**

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hasmar, H. (2011) *Drainase terapan*. UII Press
- [2] Juleha, Rismalinda and Rahmi, A. (2016) 'Analisa Intensitas Hujan', (1).
- [3] Krisnayanti, D. S. *et al.* (2017) 'Perencanaan drainase kota Seba', *Jurnal Teknik Sipil*, VI(1), pp. 89-102.
- [4] Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: ANDI.
- [5] Verrina, G. P., Anugrah, D. D. and Sarino (2013) 'Analisa Runoff pada SUB DAS Lematang Hulu', 1
- [6] Salihanura, Sifa, & Harsanti, Winda (2022). PERENCANAAN SALURAN DRAINASE DAN PENERAPAN ECODRAINAGE PADA PROYEK PEMBANGUNAN PERUMAHAN GRAND CLARYSA LUMAJANG. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 3(4), 187-194.
- [7] Yudo, S., dan Setiyono., 2008. Hasil survey air limbah domestik oleh BPPT, Nop 2005 "Perencanaan instalasi pengolahan limbah domestik di rumah susun karang anyar Jakarta. *Jurnal teknik lingkungan*", Vol. 9, No. 1, Hal 31-40.