
PERENCANAAN SISTEM DRAINASE SMKN 1 KRAGILAN KABUPATEN SERANG

(diterima 25 Februari 2022, diperbaiki 1 Maret 2022, disetujui 6 April 2022)

Ihdina Mufidah Arifin¹, M. Ichwanul Yusup², Frebhika Sri Puji Pangesti^{3*}

^{1,3}Teknik Lingkungan Universitas Banten Jaya

²Teknik Sipil Universitas Banten Jaya

Jalan Ciwaru No. 73 Kota Serang, Banten

Email korespondensi*: frebhikasripujipangesti@unbaja.ac.id

Abstract. This research was conducted in a school area that has a conventional drainage system that is prone to flooding. To deal with flooding in the area, a new drainage system will be planned. The purpose of this study was to plan the main drainage system at SMKN 1 Kragilan, Serang Regency. The data or information used is primary data obtained from SMKN 1 Kragilan. The data processing method uses manual calculations according to the rational method for calculating rain discharge, and Manning's formula for channel discharge. After the calculation, the dimensions of the economic channel are obtained, because the channel can pass the maximum discharge for a certain wet, rough, and slope cross-sectional area. The main drainage channel is with a base width $B = 0.77$ m, water level $h = 1$ m and a height guard $w = 0.50$ m. The cross section of the channel is rectangular.

Keywords: Drainage planning; rain discharge (Q_H); precipitation; Manning coefficient; discharge plan.

Abstrak. Penelitian ini dilakukan di kawasan sekolah yang memiliki sistem drainase konvensional yang rentan terhadap banjir. Untuk mengatasi banjir di kawasan tersebut akan direncanakan sistem drainase baru. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan sistem drainase utama di SMKN 1 Kragilan Kabupaten Serang. Data atau informasi yang digunakan adalah data primer yang diperoleh dari pihak SMKN 1 Kragilan. Metode pengolahan data menggunakan perhitungan secara manual sesuai dengan metode rasional untuk menghitung debit hujan, dan rumus Manning untuk debit saluran. Setelah dilakukan perhitungan maka didapat dimensi saluran ekonomis, karena saluran tersebut bisa melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan tertentu. Saluran drainase utama adalah dengan lebar dasar $B = 0,77$ m, tinggi muka air $h = 1$ m dan tinggi jagaan $w = 0,50$ m. Penampang melintang saluran berbentuk persegi empat.

Kata Kunci: Perencanaan drainase; debit hujan (Q_H); curah hujan; koefisien Manning; debit rencana.

© hak cipta dilindungi undang-undang

PENDAHULUAN

Banjir merupakan suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya (Suripin,2003). Peristiwa banjir akan terjadi ketika saluran tidak dapat menampung debit air masuk karena dimensi saluran terlalu kecil atau berkurang nya daerah tangkapan air.

Berdasarkan data yang diperoleh dari pihak sekolah, kawasan SMKN 1 Kragilan dilanda banjir parah kurang lebih dua tahun terakhir yang menimbulkan genangan air terparah pada tahun 2019 hingga 50 cm setara dengan lutut orang dewasa. Tingginya curah hujan dengan durasi yang cukup lama dan tidak mempunyai saluran untuk menampung air dalam jumlah yang banyak menyebabkan air meluap. Selain itu, terjadinya banjir dapat dipengaruhi oleh penyempitan dan pendangkalan saluran akibat endapan sedimen. Banjir yang terjadi di wilayah ini disebabkan juga karena kurang berfungsinya drainase alami, Oleh karena itu, perencanaan sistem drainase di SMKN 1 Kragilan perlu mendapat perhatian yang penting guna terhindar dari bencana banjir atau genangan air hujan, serta mendukung kegiatan belajar mengajar di lingkungan tersebut dengan nyaman, sehat dan dapat berinteraksi satu dengan lainnya dalam kehidupan sehari – hari. Apabila tidak dilakukan tindakan untuk mengatasi masalah banjir ini akan membawa dampak lebih buruk lagi, yaitu terhambatnya proses belajar mengajar dan juga dapat menyebabkan kerugian berupa kerusakan pada sarana dan prasarana yang terdapat di lingkungan sekolah.

Saluran drainase yang ada saat ini tidak berfungsi secara maksimal. Drainase yang ada saat ini menggunakan drainase konvensional yang mempunyai prinsip seluruh air hujan harus secepatnya dibuang ke sungai/saluran drainase, sehingga air mempunyai waktu yang cukup lama untuk meresap kedalam tanah. Apabila curah hujan tinggi sungai akan menerima beban yang melampaui dari kapasitasnya, maka akan terjadi luapan dan mengakibatkan terjadinya genangan.

Perencanaan sistem drainase bertujuan untuk mengantisipasi genangan air atau banjir yang diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi. Maka dari itu perlu dilakukan perencanaan sistem drainase di SMKN 1 Kragilan. Drainase yang kurang baik akan mengakibatkan berbagai macam masalah yang bisa merugikan manusia itu sendiri. Salah satunya adalah masalah banjir. Perencanaan drainase perlu memperhatikan fungsi

dan diharapkan dapat menjadi solusi yang bermanfaat dalam pengelolaan air limpasan, sehingga sistem drainase dapat berfungsi dengan baik dan mampu menampung air limpasan yang sesuai dengan debit banjir dan curah hujan.

METODE

Jenis dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui data hasil observasi lapangan sedangkan data sekunder merupakan penunjang data primer yang diperoleh dari studi pustaka/literatur atau jurnal mengenai penelitian sejenis. Studi literatur mengenai data curah hujan yang diperoleh dari pos hujan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Ciruas.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam perencanaan adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa pengukuran luas lahan area drainase. Untuk data sekunder yang dibutuhkan adalah data curah hujan yang didapatkan dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Ciruas dan denah area SMKN 1 Kragilan.

Pengolahan Data

Pengolahan serta analisis data yang digunakan dalam perencanaan pengolahan limbah ini menggunakan literatur yang telah didapat sesuai dengan permasalahan yang ada yaitu :

1. Menghitung Hujan Rencana

Hujan rencana didapatkan dengan cara melakukan analisa hujan kawasan terhadap data hujan selama 10 tahun dan selanjutnya ditentukan jenis distribusi datanya. Prosedur pengujian untuk menentukan jenis distribusi dilakukan dengan uji Chi Kuadrat. Berdasarkan hasil pengujian data hujan diketahui bahwa distribusi yang cocok adalah distribusi Gumbel dan Log Pearson III. Dari hasil perhitungan keduanya memenuhi persyaratan, akan tetapi jenis distribusi yang dipilih adalah jenis sebaran distribusi Gumbel.

a. Menghitung nilai faktor frekuensi (K) :

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}$$

Dengan :

Y_T = Reduced variate sebagai fungsi periode ulang T

- Y_n = Reduce mean sebagai fungsi dari banyaknya data n
 S_n = Reduce standard deviation sebagai fungsi dari banyaknya data n
K = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (return periode) dan tipe distribusi frekuensi

b. Menghitung periode ulang T tahun :

$$X_{Tr} = X_{rt} + K \times S$$

Dengan :

- X_{rt} = Jumlah rata-rata curah hujan
K = Nilai faktor frekuensi
S = Standar deviasi

c. Prosedur uji Chi Kuadrat distribusi Gumbel :

1. Urutkan data pengamatan dari besar ke kecil atau sebaliknya
2. Hitung jumlah kelas (K)

$$K = 1 + 3,322 \text{ Log } n$$

Dimana :

- K = jumlah kelas
n = jumlah data

3. Hitung derajat kebebasan (Dk)

$$Dk = K - (R+1)$$

Dimana :

- Dk = Derajat kebebasan
K = Jumlah kelas
R = Banyaknya keterikatan

4. Mencari harga X^2_{Cr} dilihat dari derajat kebebasan (Dk) dan signifikasi (X)
5. Hitung nilai yang diharapkan (EF)

$$EF = \frac{n}{K}$$

Dimana :

- EF = nilai yang duharapkan
n = jumlah data
K = jumlah kelas

6. Hitung X^2_{Cr}

$$X^2_{Cr} = \sum \frac{(EF - OF)^2}{EF}$$

Dimana :

- Cr = koefisien skewne
X = taraf signifikasi

EF = nilai yang diharapkan

OF = nilai yang diamati

7. Bandingkan X^2_{Cr} hasil Tabel dengan X^2_{Cr} hasil hitungan

Syarat : X^2_{Cr} hitungan < X^2_{Cr} Tabel

8. Hitung koefisien skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \cdot \sum (X - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

Dimana :

Cs = koefisien skewness

X = curah hujan rata-rata

\bar{X} = harga rata-rata

S = standard deviasi

9. Hitung koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

10. Hitung koefisien kwitosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum (X - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

2. Menghitung Saluran Utama

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu (Wesli,2008).

a. Menghitung intensitas hujan menggunakan rumus Monobe :

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

Dimana :

R_{24} = curah hujan maksimum harian (24 jam)

t = waktu konsentrasi hujan (jam)

I = intensitas hujan (mm/jam)

b. Menghitung debit hujan dengan persamaan rasional :

$$Q = K_c \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dimana :

C = koefisien pengaliran (tanpa satuan)

K_c = faktor konversi satuan unit

- Q = laju aliran permukaan (debit) puncak
I = intensitas hujan rerata dalam mm/jam
A = luas daerah pengaliran

c. Persamaan yang digunakan untuk menghitung dimensi saluran

1. Persamaan untuk menghitung debit saluran (Q)

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ A &= \frac{Q}{V} \end{aligned}$$

Dimana :

- Q = debit rencana (m^3/dtk)
A = luas Penampang (m^2)
V = kecepatan aliran (m/dtk)

2. Persamaan untuk menghitung luas penampang saluran (A)

$$A = B \times h$$

Dimana :

- A = luas penampang basah (m^2)
B = lebar bawah (m)
h = tinggi muka air (m)

3. Persamaan untuk menghitung keliling basah saluran (P)

$$P = B + 2 \times h$$

Dimana :

- B = lebar bawah (m)
h = tinggi muka air (m)
P = keliling basah (m)

4. Persamaan untuk menghitung jari-jari hidraulis (R)

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

Dimana :

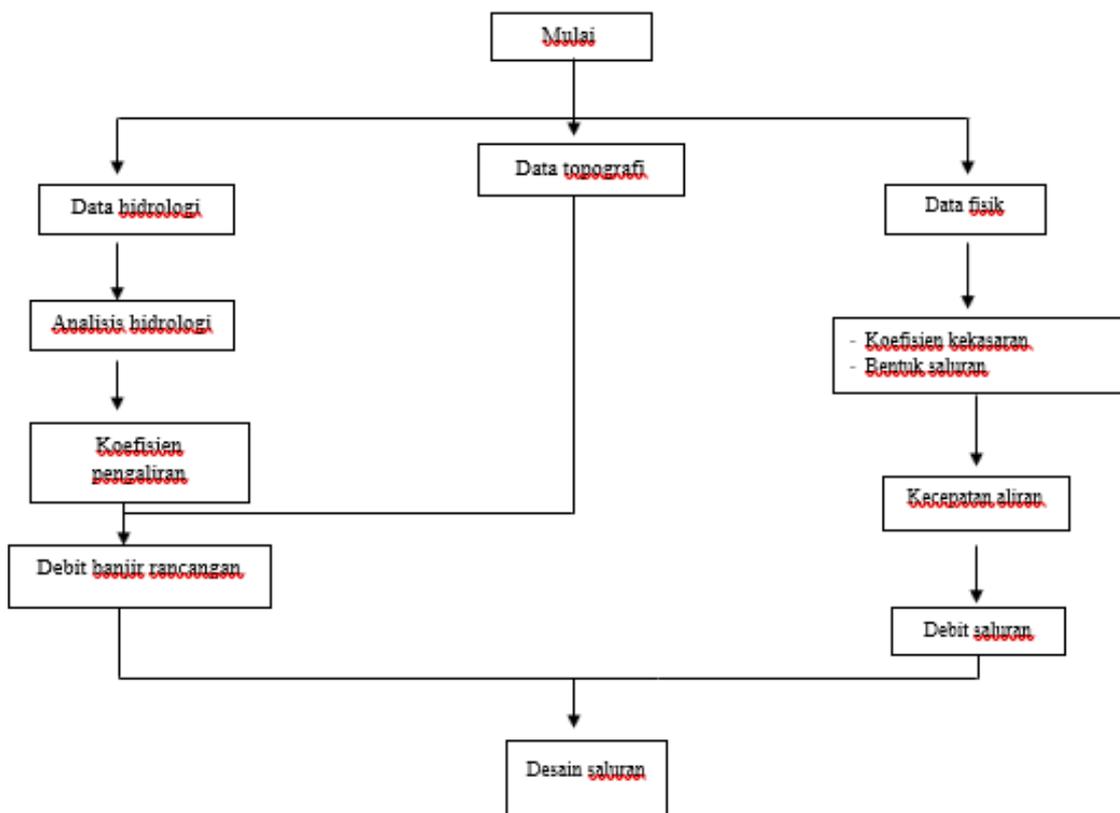
- R = jari-jari hidraulis (m)
P = keliling basah (m)
A = luas penampang basah (m^2)

5. Persamaan untuk menghitung kecepatan aliran (V)

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

Dimana :

- V = kecepatan aliran (m/dtk)
- R = jari-jari hidraulis (m)
- S = kemiringan dasar saluran
- n = kekasaran Manning



Gambar 1. Prosedur Perencanaan Drainase

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi merupakan analisa mengenai pengulangan suatu kejadian untuk meramalkan atau menentukan periode ulang beserta nilai probabilitasnya. Untuk menentukan Intensitas curah hujan pada penelitian saluran drainase ditentukan periode

ulang 2 tahun dengan jumlah data (n) 10 tahun dan variasi Y_T sebagai fungsi periode ulang (SNI-03-3424-1994).

Tabel 1 Curah hujan rencana periode ulang T tahun dengan metode Distribusi Gumbel

No	Periode Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rencana
1	2	126,573
2	5	165,154
3	10	190,701
4	20	215,207
5	50	246,923

Berdasarkan hasil pengujian frekuensi dengan metode distribusi gumbel, hasil perhitungan curah hujan rencana dapat digunakan untuk debit banjir rencana.

Uji Chi Kuadrat Distribusi Gumbel

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter.

1. Menentukan batas kelas untuk distribusi Gumbel

$$\Delta x = \frac{(X_{max} - X_{min})}{K-1} = \frac{(176,4 - 92,9)}{5-1} = 20,875$$

$$\begin{aligned} X_{awal} &= X_{min} - \frac{1}{2} \Delta x \\ &= 92,9 - 0,5 \times 20,875 \\ &= 82,4625 \end{aligned}$$

Tabel 3 Batas Kelas Gumbel

Nilai Batas Tiap Kelas			EF	OF	(EF-OF) ²	(EF-OF) ² /EF
82,4625	< X <	103,3375	2	2	0	0
103,3375	< X <	124,2125	2	3	1	0,5
124,2125	< X <	145,0875	2	2	0	0
145,0875	< X <	165,9625	2	3	1	0,5
165,9625	< X <	186,8375	2	0	4	2
Σ			10	10	-	3

2. Bandingkan X²_{Cr} hasil Tabel dengan X²_{Cr} hasil hitungan

$$X^2_{Cr} \text{ Tabel} = 5,991$$

$$X^2_{Cr} \text{ hasil hitungan} = 3$$

$$X^2_{Cr} \text{ hitungan} < X^2_{Cr} \text{ Tabel} : 3 < 5,991$$

3. Menghitung Koefisien Skewness (Cs) dan Koefisien Kwitosis (Ck)

— Koefisien Skewness (Cs)

$$C_s = \frac{n(\sum X - Xrt)^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{10(93970,25302)}{(10-1)(10-2) \times 32,32104^3} = 0,3865$$

— Koefisien Kwitosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum (X - Xrt)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{10^2 \cdot (13396945,06)}{(10-1)(10-2)(10-3) \times 32,32104^4} = 2,4357$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat disimpulkan untuk distribusi Gumbel diterima.

Penentuan Intensitas Hujan

Data hujan yang merupakan data hujan maksimum harian rata-rata, sehingga dalam perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus dari Mononobe yang mana lamanya hujan diasumsikan sama dengan nilai waktu konsentrasi telah didapat pada perhitungan sebelumnya. Perhitungan intensitas hujan untuk periode ulang 2 tahun dapat dilihat di bawah ini :

$$\text{Intensitas hujan (I)} = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{126,573}{24} \cdot \left(\frac{24}{0,278}\right)^{\frac{2}{3}} = 103,014 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan pada periode ulang yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini :

Tabel 4 Hasil perhitungan intensitas hujan pada kawasan drainase utama

Periode Ulang	R (mm)	tc (jam)	I (mm/jam)
I ₂	126,573	0,278	103,014
I ₅	165,154	0,278	134,414
I ₁₀	190,701	0,278	155,209
I ₂₀	215,207	0,278	175,151
I ₅₀	246,923	0,278	200,964

Berikut perhitungan debit hujan dengan periode ulang 5 tahun :

$$Q_H = 0,278 \cdot 0,60 \cdot 103,014 \cdot 0,0432 = 0,7422 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan debit hujan dengan menggunakan periode ulang yang lainnya sebagai berikut.

Tabel 5 Hasil perhitungan debit hujan pada kawasan drainase saluran utama

Periode Ulang	I (mm/jam)	C	A	Q _H
I ₂	103,014	0,60	0,0432	0,7422
I ₅	134,414	0,60	0,0432	0,9685
I ₁₀	155,209	0,60	0,0432	1,1183

I_{20}	175,151	0,60	0,0432	1,2620
I_{50}	200,964	0,60	0,0432	1,4480

(Sumber : Hasil Perhitungan, 2021)

Sesuai dengan Tabel 5 periode ulang yang dipakai dengan luas kawasan SMKN 1 Kragilan seluas $\pm 15000 \text{ m}^2$ adalah 2 tahun, sehingga nilai debit hujan (Q_H) adalah $0,7422 \text{ m}^3/\text{det}$.

Pembahasan

Dengan mengetahui debit aliran pada tiap potongan saluran drainase utama maka dapat direncanakan dimensi saluran yang ekonomis sebagai berikut ;

Untuk saluran utama:

Debit saluran $0,7422 \text{ m}^3/\text{dtk}$

Kemiringan saluran $0,26$

$$\begin{aligned} A &= B \times h \text{ (jika } b = \frac{1}{2} h) \\ &= \frac{3}{4} h \times h = \frac{3}{4} h^2 \\ P &= 2h + B = 2h + \frac{3}{4} h = 2 \frac{3}{4} h \\ R &= \frac{A}{P} = \frac{\frac{3}{4} h^2}{2 \frac{3}{4} h} = \frac{3}{11} h \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ &= B \times h \times \frac{1}{n} \times R^{0,7} \times S^{0,5} \\ &= \frac{3}{4} h^2 \times \frac{1}{n} \times R^{0,7} \times S^{0,5} \\ 0,7422 &= 0,75 h^2 \times \frac{1}{0,013} \times 0,27 h^{0,7} \times 0,002^{0,5} \\ 0,7422 &= 0,75 h^2 \times 76,923 \times 0,27 h^{2/3} \times 0,044 \\ 0,7422 &= 0,6853 h^{8/3} \\ h^{8/3} &= \frac{0,7422}{0,6853} = 1,0830 \\ h &= 1,0830^{3/8} = 1,030 \\ B &= \frac{3}{4} h \\ &= \frac{3}{4} \times 1,030 = 0,772 \end{aligned}$$

1. Menghitung penampang saluran (A)

$$\begin{aligned} A &= B \times h \\ &= 0,772 \times 1,030 \\ &= 0,795 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

2. Menghitung keliling basah saluran (P)

$$P = (2 \times h) + B$$

$$\begin{aligned} &= (2 \times 1,030) + 0,772 \\ &= 2,832 \text{ m} \end{aligned}$$

3. Menghitung jari-jari Hidraulis (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,795}{2,832} \\ &= 0,280 \text{ m} \end{aligned}$$

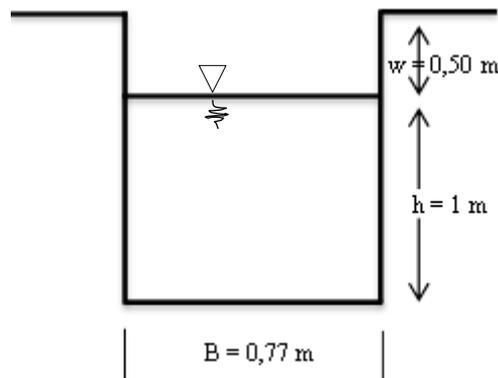
4. Menghitung kecepatan aliran (V)

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,013} \times 0,280^{2/3} \times 0,002^{1/2} \\ &= 1,445 \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

5. Debit saluran rencana

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ &= 0,795 \times 1,445 \\ &= 1,148 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

Jadi, dimensi saluran ekonomis untuk saluran drainase utama 1 adalah dengan lebar dasar $B = 0,772 \text{ m}$ dan tinggi air $h = 1 \text{ m}$ dengan tinggi jagaan $w = 0,50 \text{ m}$.



Gambar 1 Design saluran utama

KESIMPULAN

Periode ulang yang dipakai pada kawasan SMKN 1 Kragilan Kabupaten Serang adalah 2 tahun. Besarnya debit pada saluran drainase utama adalah $0,7422 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Dimensi saluran utama adalah dengan lebar dasar $B = 0,77 \text{ m}$ dan tinggi air $h = 1 \text{ m}$ dengan tinggi jagaan $w = 0,50 \text{ m}$. Dari hasil perhitungan debit saluran rencana didapat $1,148 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan besarnya debit pada saluran utama $0,7422 \text{ m}^3/\text{dtk}$ yang berarti debit saluran rencana $>$ debit saluran utama ($1,148 \text{ m}^3/\text{dtk} > 0,7422$) sehingga dapat disimpulkan bahwa saluran drainase rencana dapat menampung debit saluran utama.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkatiri, S. S. B. (2020). Perencanaan Sistem Drainase Perumnas Griya Permai Pulau Buru-Namlea. *Tugas Akhir*. Universitas Persada Indonesia YAI.
- Fryd, O., Dam, T., & Jensen, M. B. (2012). A Planning Framework For Sustainable Urban Drainage Systems. *Water Policy*, 14(5), 865-886.
- Ncube, S., & Arthur, S. (2021). Influence Of Blue-Green And Grey Infrastructure Combinations On Natural And Human-Derived Capital In Urban Drainage Planning. *Sustainability*, 13(5), 2571.
- Palar, R. T., Kawet, L., Wuisan, E. M., & Tangkudung, H. (2013). Studi Perbandingan Antara Hidrograf Scs (Soil Conservation Service) Dan Metode Rasional Pada DAS Tikala. *Jurnal Sipil Statik*, 1(3).
- Romadhon, R., Zaenuri, M., & Pratikto, H. (2019). Perencanaan Sistem Drainase Dan Trotoar Studi Kasus: Lingkungan Kelurahan Banjaran Kota Kediri. *Ukarst*, 3(1), 66-75.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Andi.
- Sugiyarto, B. (2017). Kajian Jaringan Drainase Kampus UNNES Menuju Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 19(2), 136-142.
- Syarifudin, A. (2017). *Hidrologi Terapan*. Penerbit Andi.
- Syarifudin, A. (2017). *Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan*. Penerbit Andi.
- Pania, H. G., Tangkudung, H., Kawet, L., & Wuisan, E. M. (2013). Perencanaan Sistem Drainase Kawasan Kampus Universitas Sam Ratulangi. *Jurnal Sipil Statik*, 1(3).
- Ubaidillah, U., Bisri, M., & Ismoyo, M. J. (2013). Studi Sistem Drainase Kali Tutup Barat Kabupaten Gresik Berbasis Konservasi Untuk Penanganan Genangan. *Jurnal Teknik Pengairan: Journal Of Water Resources Engineering*, 3(2), 102-111.