

Evaluasi sistem drainase menggunakan pemodelan HEC-RAS: Studi kasus Jalan Puloampel Bojonegara KM 17-18 Kabupaten Serang, Banten

Aldi^{1*}, M. Oka Mahendra¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Serang Raya, Serang, Banten, Indonesia

*Corresponding authors: aldialdy1510@gmail.com

Submitted: 7 July 2025, Revised: 5 August 2025, Accepted: 16 August 2025

ABSTRACT: Drainage problems along the Puloampel–Bojonegara Road in Serang Regency, Banten, have become a concern due to frequent waterlogging during the rainy season, where the dimensions or size of the drainage channels cannot accommodate the existing flow rate of 3,01 m³/sec, which causes water to overflow. In addition to impairing road user comfort, this flooding damages road infrastructure, raises the possibility of traffic accidents, and interferes with logistics distribution in the nearby industrial regions. This study aims to evaluate the performance of the existing drainage system and provide technical recommendations using HEC-RAS-based numerical modeling. The data used includes primary data from field surveys in the form of existing channel condition data, channel geometry data in the form of channel width and depth, channel slope, channel cross-sectional shape and secondary data such as rainfall data and land use data. Hydrological analysis was carried out using the Log Pearson Type III distribution to determine the design rainfall, while the discharge was calculated using the Manning equation. The results of the HEC-RAS simulation show that the existing channels have varying dimensions, where the width of the channel is 50 cm – 60 cm, and the height of the channel is 50 cm – 70 cm, which causes the drainage channel to be unable to accommodate flood discharge or flow discharge, with an average overflow height of 30 cm and a maximum of 61 cm. After geometric improvements were made to the channel by widening the channel to 100 cm and deepening the channel to 100 cm, re-simulation showed that all cross-sections were able to accommodate the flow, with an average water level of 35 cm below the edge of the channel. This study offers insightful technical information about the value of regular maintenance and the efficacy of drainage upgrades.

KEYWORDS: drainage; HEC-RAS; rain; hydraulic simulation; modeling.

ABSTRAK: Permasalahan drainase di sepanjang Jalan Puloampel–Bojonegara di Kabupaten Serang, Banten, telah menjadi perhatian karena sering terjadinya genangan air pada musim hujan, dimana dimensi atau ukuran saluran drainase tersebut tidak dapat menampung debit air hujan, yang menyebabkan air meluap. Selain mengganggu kenyamanan pengguna jalan, banjir ini merusak infrastruktur jalan, meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan lalu lintas, dan mengganggu distribusi logistik di kawasan industri di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase eksisting dan memberikan rekomendasi teknis menggunakan pemodelan numerik berbasis HEC-RAS. Data yang digunakan meliputi data primer dari survei lapangan berupa data kondisi eksisting saluran, data geometri saluran berupa lebar dan kedalaman saluran, kemirringan saluran, bentuk penampang saluran dan data sekunder seperti curah hujan, dan tata guna lahan. Analisis hidrologi dilakukan dengan menggunakan distribusi Log Pearson Type III untuk mengetahui curah hujan rancangan, sedangkan debit dihitung dengan menggunakan persamaan Manning. Hasil simulasi HEC-RAS menunjukkan bahwa saluran eksisting dengan dimensi yang bervariasi, dimana lebar dari saluran (b) sebesar 50 cm – 60 cm, dan tinggi saluran (h) sebesar 50 cm – 70 cm, saluran drainase tersebut tidak mampu menampung debit banjir atau debit aliran sebesar 3,01 m³/dt, dengan tinggi luapan yang terjadi rata-rata 30 cm dan maksimum 61 cm. Setelah dilakukan perbaikan geometrik saluran dengan melakukan pelebaran saluran (b) menjadi 100 cm, dan melakukan pendalaman saluran (h) menjadi 100 cm, simulasi ulang menunjukkan bahwa semua penampang mampu menampung aliran, dengan rata-rata muka air 35 cm di bawah tepi saluran, simulasi ulang menunjukkan bahwa semua penampang mampu menampung aliran, dengan rata-rata muka air 35 cm di bawah permukaan saluran. Studi ini menawarkan informasi teknis yang mendalam tentang nilai pemeliharaan rutin drainase dan efektivitas peningkatan drainase.

KATA KUNCI: drainase; HEC-RAS; hujan; simulasi hidraulik; pemodelan.

© The Author(s) 2025. This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license.

1. PENDAHULUAN

Dampak nyata perubahan iklim adalah tingginya curah hujan yang sering terjadi dan intens di sejumlah wilayah, seperti di Kabupaten Serang, Banten. Salah

satu dampaknya adalah fungsi sistem drainase yang kurang optimal (Sasongko et al., 2024), terutama di sepanjang Jalan Puloampel–Bojonegara. Banjir terjadi saat hujan deras karena saluran drainase yang ada di

wilayah ini seringkali tidak mampu menampung debit air hujan yang tinggi. Mengingat jalan raya ini merupakan titik akses penting menuju Pelabuhan Bojonegara dan kawasan industri Puloampel, banjir tidak hanya menghambat arus lalu lintas tetapi juga merusak infrastruktur jalan (Mahfidh et al., 2022), meningkatkan risiko kecelakaan (Setiyowati & Anggraheni, 2024), dan menghambat kegiatan komersial dan industri. Hal ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan antara aliran limpasan permukaan yang dihasilkan dengan kapasitas saluran drainase. Oleh karena itu, untuk mengembangkan solusi teknologi yang tepat, diperlukan penilaian menyeluruh terhadap sistem drainase.

Drainase yang kurang baik dapat mengakibatkan berbagai macam masalah yang bisa merugikan manusia itu sendiri. Salah satunya adalah masalah banjir (Dwi Fajri & Arbi, 2024). Untuk menanggulangi itu dibuatlah suatu sistem drainase yang menunjang pengalihan air khususnya pada sistem jalan dan daerah sekitarnya ke tempat lain agar tidak terjadi genangan ataupun banjir (Yoga Pratama et al., 2018.).

Software (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) atau HEC-RAS akan digunakan dalam studi ini untuk mensimulasikan sistem drainase guna mengatasi masalah ini. Dengan mensimulasikan aliran air berdasarkan data curah hujan dan data topografi (Bagus Suryatmaja et al., 2023), pemodelan ini berupaya menilai efektivitas sistem drainase saat ini. Daerah rawan banjir akan diidentifikasi menggunakan temuan simulasi, kesesuaian kapasitas drainase dan diameter saluran (Bunganen et al., 2024). Untuk menjamin bahwa sistem drainase dapat beroperasi dengan baik selama periode curah hujan tinggi, penelitian ini juga akan menyarankan opsi peningkatan termasuk meningkatkan dimensi saluran yang seahrusnya digunakan.

Di Indonesia, penelitian evaluasi drainase ini telah banyak dilakukan. Namun, lokasi penelitian, metode analisis, dan rentang parameter yang diteliti dalam penelitian ini menjadi faktor kebaharuan dibandingkan penelitian sebelumnya.

Dalam penelitian (Indrastuti & Yunita, 2020) mengevaluasi genangan air yang disebabkan oleh penyumbatan saluran dan menyimpulkan bahwa dimensi saluran sudah sesuai. Namun, penelitian tersebut tidak menggunakan simulasi seperti HEC-RAS untuk analisis hidrauliknya. Penelitian ini menjadi lebih unggul karena tidak hanya mengevaluasi kapasitas saluran secara teoritik, tetapi juga memodelkan profil muka air menggunakan pemodelan HEC-RAS.

Penelitian oleh (Meila et al., 2023) menggunakan metode Manning dalam mengevaluasi saluran berdasarkan kapasitas penampang salurannya. Evaluasi tersebut menghasilkan rekomendasi desain ulang, tetapi pendekatan tersebut bersifat titik per titik tanpa visualisasi aliran secara spasial. Dalam penelitian

ini, menawarkan kebaruan menggunakan simulasi HEC-RAS yang menghasilkan *output* lengkap dan melakukan identifikasi titik-titik kritis secara presisi.

(Umam et al., 2023) dalam penelitiannya menggunakan HEC-RAS untuk mengevaluasi saluran drainase terhadap dampak sedimentasi. Penelitian tersebut menyoroti ketidaksesuaian antara debit aktual dengan kapasitas saluran drainasenya. Namun, mereka tidak memadukan hasil simulasi dengan data tata guna lahan. Penelitian ini menyempurnakan pendekatan tersebut dengan mempertimbangkan data tata guna lahan untuk mendapatkan nilai koefisien manning secara lengkap.

Pada penelitian (Rahmawati & Damayanti, 2015.) hanya berfokus mengevaluasi titik-titik saluran drainase yang mengalami banjir atau luapan air berlebih. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini memberikan kebaruan penting dalam hal teknis hasil pemodelan HEC-RAS. Tidak hanya mengidentifikasi saluran yang mengalami luapan air, penelitian ini juga memetakan secara detail lokasi-lokasi yang mengalami banjir atau luapan air berlebih, dan memberikan Gambaran jika melakukan perubahan dalam dimensi saluran drainase yang ideal sehingga dapat menampung dan mengalirkan air dengan baik.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Sinaga & Harahap, 2016), melakukan analisis mengenai sistem saluran drainase menggunakan perhitungan manual, dan didapatkan dalam penelitiannya bahwa saluran drainase yang diteliti sudah mampu menampung dan mengalirkan air yang ada, namun dalam penelitian tersebut tidak diketahui detail berapa perbedaan ketinggian muka air dengan ketinggian elevasi permukaan salurannya. Dalam penelitian kali ini memberikan kebaruan mengenai detail-detail dari hasil analisis yang dilakukan, seperti detail mengenai berapa beda tinggi muka air dengan tinggi elevasi saluran, sehingga dapat dilihat jelas bahwa saluran drainase tersebut benar-benar bisa menampung dan mengalirkan air dengan baik.

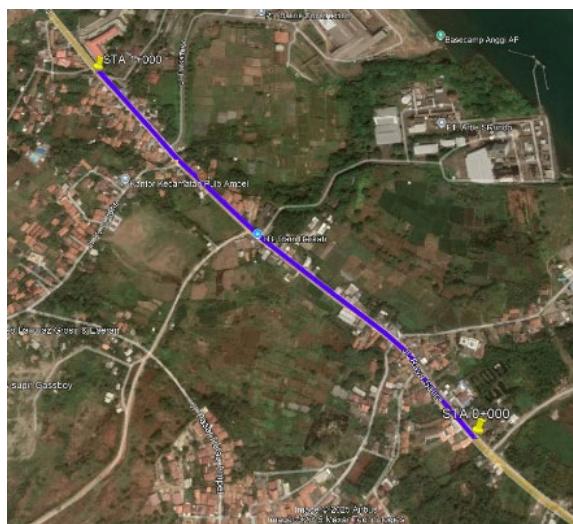
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase di Jalan Puloampel-Bojonegara menggunakan pemodelan HEC-RAS, serta memberikan rekomendasi teknis berupa perbaikan dimensi saluran drainase yang efektif dalam menampung debit air hujan. Kajian teoritik yang mendasari penelitian ini meliputi prinsip-prinsip hidrologi, mekanisme aliran air dalam saluran drainase, dan aplikasi pemodelan hidraulik dalam perencanaan drainase. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pemerintah setempat dalam meningkatkan sistem drainase guna mengurangi risiko banjir dan meningkatkan ketahanan infrastruktur terhadap cuaca yang ekstrem (Setyawati & Amudi, 2023).

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif analitis. Metode ini digunakan untuk menggambarkan kondisi terkini sistem drainase jalan Puloampel-Bojonegara yang didasarkan pada data primer dan sekunder yang diperoleh dari instansi terkait dan lapangan (Abdilah Herza & Arbi, 2024). Selain itu, penelitian ini juga melakukan simulasi perilaku aliran air pada saluran drainase dengan pendekatan pemodelan numerik dengan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS (Jusatria, 2021). Model ini dimaksudkan untuk menguji efektivitas alternatif perbaikan yang disarankan dan menganalisis kapasitas saluran dalam menangani debit aliran pada kondisi saat ini. Untuk mengatasi genangan atau kemungkinan banjir lokal di sepanjang jalan, penelitian ini bertujuan untuk menilai sistem drainase saat ini dan menawarkan solusi teknis berbasis data.

2.1 Lokasi Penelitian

Ruas jalan Puloampel-Bojonegara di Kabupaten Serang, Provinsi Banten, menjadi lokasi penelitian ini. Lokasi ini dipilih karena berpotensi terjadi banjir pada musim hujan, yang dapat mengganggu aktivitas warga sekitar dalam bepergian dan beraktivitas sehari-hari. Luas DTA pada wilayah lokasi studi ini sebesar 50 hektar dan Panjang saluran drainase yang dievaluasi sepanjang 1 km. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Survei pola aliran dilakukan untuk mengetahui kemana arah aliran air tersebut, distribusi, dan konsentrasi aliran permukaan pada wilayah lokasi penelitian. Survei pola liran dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola Aliran Air

Sistem drainase yang ideal diperlukan karena jalan ini merupakan jalur penting antara pelabuhan Bojonegara dan kawasan industri Puloampel. Secara administratif, wilayah penelitian terdiri dari sejumlah permukiman yang berada di sepanjang jalan dan memiliki topografi yang berbeda-beda, seperti dataran atau lereng.

Kondisi eksisting saluran pada lokasi penelitian memiliki dimensi berbeda beda yang disebabkan karena adanya sedimentasi dan vegetasi liar yang membuat saluran drainase tersebut tidak dapat menampung debit air hujan yang tinggi

Kondisi eksisting saluran drainase pada Ruas jalan Puloampel-Bojonegara dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kondisi Saluran Eksisting

Pelaksanaan pengumpulan data di lapangan dan pengolahan data berlangsung pada rentang waktu Maret – Juni 2025.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Survei lapangan dan pengumpulan data dari lembaga terkait digunakan bersamaan untuk pengumpulan data studi ini (Ilfan et al., 2023). Tujuan dari metode ini adalah untuk mengumpulkan informasi yang akurat dan representatif tentang kondisi fisik saluran dan karakteristik hidrologi daerah penelitian.

2.2.1 Data Primer

Survei lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data primer, yang meliputi pengukuran lebar, kedalaman, dan kemiringan saluran. Pengukuran topografi dilakukan untuk membuat profil memanjang dan melintang saluran, yang selanjutnya digunakan dalam pemodelan hidrolik. Untuk memastikan kondisi terkini dan mencegah ketergantungan sepenuhnya pada data sekunder, survei ini sangat penting.

2.2.2 Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam kajian ini bersumber dari sejumlah sumber terpercaya yang membantu dalam pemodelan dan analisis sistem drainase. Data sekunder yang digunakan bukan berupa data curah hujan hasil pengukuran langsung dilapangan, tetapi menggunakan data curah hujan selama sepuluh tahun terakhir dari Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS) untuk stasiun hujan meteorologi maritim Serang, stasiun hujan Jonjing, dan Padarincang yang berlokasi di Serang, dan masih satu wilayah dengan lokasi penelitian ini. Data curah hujan ini digunakan untuk menghitung debit rencana berdasarkan periode ulang tertentu. Kontur lahan dan elevasi wilayah penelitian juga ditentukan menggunakan data *Digital Elevation Model* (DEM), data DEM ini membantu dalam membuat data kontur tanah yang digunakan untuk mendapatkan data kemiringan lahan (Ahmad Fajrin et al., 2024).

Penelitian ini juga menggunakan data tata guna lahan yang diperoleh dari proses digitasi menggunakan perangkat lunak *Google Earth Pro*. Data tata guna lahan ini penting dalam menentukan koefisien limpasan permukaan (*Coeff Mannings*) karena masing-masing jenis penggunaan lahan (permukiman, industri, sawah, pertanian, lahan terbuka, dll.) memiliki karakteristik aliran yang berbeda. Selain itu, informasi mengenai jaringan jalan dan sistem saluran drainase juga diperoleh dari perangkat lunak *Google Earth Pro*, untuk mengetahui konfigurasi aktual drainase eksisting di lapangan. Data curah hujan yang didapat dari website Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data curah hujan

| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| JAN | 362 | 126 | 321 | 142 | 332 | 333 | 199 | 109 | 149 | 368 |
| FEB | 241 | 272 | 351 | 178 | 180 | 180 | 283 | 121 | 310 | 197 |
| MAR | 194 | 229 | 114 | 222 | 210 | 204 | 120 | 289 | 277 | 311 |
| APR | 131 | 88 | 94 | 154 | 151 | 151 | 234 | 185 | 130 | 164 |
| MEI | 39 | 144 | 143 | 70 | 94 | 103 | 50 | 192 | 69 | 305 |
| JUN | 83 | 93 | 101 | 197 | 10 | 10 | 128 | 115 | 151 | 130 |
| JUL | 5 | 134 | 106 | 3 | 14 | 14 | 45 | 43 | 89 | 58 |
| AGS | 12 | 87 | 18 | 0 | 1 | 1 | 31 | 101 | 0 | 5 |
| SEP | 0 | 159 | 48 | 30 | 0 | 0 | 208 | 57 | 1 | 72 |
| OKT | 29 | 160 | 75 | 88 | 11 | 11 | 91 | 200 | 0 | 92 |
| NOV | 54 | 138 | 153 | 117 | 75 | 75 | 209 | 157 | 138 | 169 |
| DES | 155 | 179 | 240 | 168 | 179 | 180 | 236 | 153 | 78 | 333 |

Sumber: Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS)

2.3 Analisis Data

2.3.1 Curah Hujan Rata-rata dan Curah Hujan Maksimum

Data yang telah dikumpulkan dianalisis menggunakan pendekatan hidrologi dan hidraulika. Analisis dimulai dengan perhitungan curah hujan rata-rata dan curah hujan maksimum.

$$R_{\text{rata}} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n} \quad (1)$$

$$R_{\text{maks}} = \text{maks}(R_1 + R_2 + \dots + R_n) \quad (2)$$

Nilai curah hujan rata-rata digunakan untuk melihat kecenderungan umum kondisi iklim di wilayah studi (Huda et al., 2021), sedangkan nilai curah hujan maksimum merupakan nilai tertinggi dari curah hujan pada sepuluh tahun terakhir yang digunakan untuk analisis hidrologi lanjutan (Almahera et al., 2020).

2.3.2 Analisa Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi curah hujan dengan melakukan analisis statistik deskriptif terhadap data curah hujan maksimum tahunan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik penyebaran data curah hujan serta kestabilan data dalam jangka waktu tertentu. Parameter statistik yang dihitung meliputi nilai rata-rata (\bar{X}), simpangan baku (S), koefisien skewness (Cs), koefisien kurtosis (Ck), dan koefisien variasi (Cv) (Yoga Pratama et al., n.d.).

Nilai Rata-rata (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum X_i \quad (3)$$

Simpangan Baku (S)

$$S = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1} \sum (X_i - \bar{X})^2 \right)} \quad (4)$$

Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (5)$$

Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \quad (6)$$

Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad (7)$$

2.3.3 Pemilihan Jenis Distribusi Frekuensi

Setelah karakteristik data diketahui, dilakukan pemilihan jenis distribusi frekuensi yang sesuai. Beberapa distribusi yang umum digunakan dalam

hidrologi, seperti Distribusi Normal, *Log-Normal*, *Gumbel*, dan *Log Pearson Type III*, dianalisis dan dibandingkan.

2.3.4 Analisis Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi metode *Log Pearson Type III* merupakan salah satu metode statistik yang umum digunakan dalam analisis hidrologi, khususnya untuk memperkirakan besarnya curah hujan rancangan atau debit banjir pada periode ulang tertentu (Prabandari, 2025).

2.3.5 Perhitungan Periode Ulang Hujan

Periode ulang (*return period*) adalah rentang waktu rata-rata terjadinya suatu peristiwa hidrologi (seperti hujan ekstrem) dalam intensitas tertentu (Adwitya et al., 2025). Dalam evaluasi sistem drainase perlu ditentukan perencanaan kala ulang untuk 2, 5, 10 dan 25 tahun, sehingga drainase akan aman jika debit banjir yang terjadi tidak melebihi debit rencana kala ulang tersebut (Sinaga & Harahap, 2016)

2.3.6 Uji Kesesuaian Distribusi Data

Selanjutnya memastikan kesesuaian distribusi data, dilakukan uji normalitas dengan metode *Smirnov-Kolmogorov*. Uji ini membandingkan distribusi kumulatif data aktual dengan distribusi teoritis dari model yang dipilih (Yayuk, 2022). Hasil uji ini membantu memastikan bahwa data yang digunakan valid untuk perhitungan curah hujan rancangan.

2.3.7 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Dalam penelitian ini, untuk mendapatkan nilai intensitas hujan menggunakan rumus *mononobe*, yaitu meliputi Intensitas hujan (I), curah hujan maksimum (R_{24}), dan waktu konsentrasi (tc). lama hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkap intensitas durasi frekuensi IDF (*Intensity-Duration-Frequency curve*) (Harahap, 2022).

Rumus mononobe yang digunakan untuk mendapatkan nilai intensitas curah hujan sebagai berikut.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (8)$$

2.3.8 Perhitungan Debit Banjir

Untuk menilai kapasitas saluran drainase dalam menampung debit air, dilakukan perhitungan debit saluran eksisting dan debit banjir rancangan.

Perhitungan debit banjir saluran eksisting dapat dilakukan dengan rumus berikut.

$$Q = A \times \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

$$A = b \times h \quad (10)$$

$$P = b + 2h \quad (11)$$

$$R = \frac{b \times h}{b+2h} \quad (12)$$

dimana Q adalah debit banjir eksisting (m^3/detik), A adalah luas penampang saluran (m^2), P adalah keliling basah, R adalah jari-jari hidrolis (m), S adalah kemiringan (*Skewness*), n adalah koefisien *manning*.

Setelah melakukan perhitungan debit banjir saluran eksisting, selanjutnya dapat menghitung debit banjir rancangan menggunakan rumus berikut.

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (13)$$

dimana Q adalah debit banjir eksisting (m^3/detik), C adalah koefisien pengaliran (m^2), I adalah luas daerah pengaliran (ha), A adalah luas penampang saluran (m^2)

2.3.9 Pemodelan HEC-RAS

Langkah awal sebelum melakukan pemodelan, dimulai dengan pengumpulan data sekunder dan primer, data geometrik saluran eksisting seperti panjang, lebar, kedalaman, dan kemiringan saluran, serta data curah hujan harian maksimum dari BPS. Data tersebut digunakan untuk menghitung debit rencana menggunakan metode rasional atau analisis frekuensi, yang kemudian menjadi input dalam pemodelan hidraulik.

Hasil analisis pemodelan HEC-RAS digunakan untuk dapat mengetahui setiap titik saluran drainase yang mengalami limpasan air berlebih yang mengakibatkan banjir dan untuk mengetahui tinggi muka air pada setiap titik saluran drainase (Seisar et al., 2021).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mendukung proses evaluasi sistem drainase dengan menggunakan pemodelan HEC-RAS, analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap. Tahapan dimulai dengan pengolahan data curah hujan, penentuan debit banjir rencana, dan pemodelan aliran saluran merupakan langkah awal dalam proses analisis. Karena keakuratan input data hidrologi dan bentuk saluran sangat memengaruhi hasil pemodelan, maka langkah-langkah ini sangat penting.

3.1 Analisis Hidrologi

3.1.1 Analisis Curah Hujan

Langkah awal dalam analisis adalah mengolah data curah hujan bulanan maksimum yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Indonesia (BPS) selama minimal 10 tahun terakhir. Dari data tersebut kemudian dihitung nilai curah hujan rata-rata tahunan dan curah hujan maksimum tahunan. Nilai curah hujan rata-rata digunakan untuk melihat kecenderungan umum kondisi iklim di wilayah studi, sedangkan nilai maksimum merupakan nilai tertinggi dari curah hujan pada sepuluh tahun terakhir yang digunakan untuk analisis hidrologi lanjutan. Data curah hujan tahunan rata-rata dan maksimum dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Curah hujan rata-rata dan curah hujan maksimum

| Tahun | Curah Hujan Rata-rata (mm) | Curah hujan Maksimum (mm) |
|-------|----------------------------|---------------------------|
| 2015 | 109 | 363 |
| 2016 | 151 | 272 |
| 2017 | 147 | 351 |
| 2018 | 114 | 222 |
| 2019 | 105 | 332 |
| 2020 | 105 | 333 |
| 2021 | 153 | 283 |
| 2022 | 143 | 289 |
| 2023 | 116 | 311 |
| 2024 | 184 | 368 |

Didapatkan hasil perhitungan curah hujan rata-rata dan maksimum tertinggi terjadi pada tahun 2024 sebesar 184 mm/bulan, dan dengan curah hujan maksimum sebesar 368 mm/bulan.

3.1.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata tahunan dan curah hujan maksimum tahunan, kemudian ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan selanjutnya dengan perhitungan dispersi logaritma (Yoga Pratama et al., 2018.).

Tabel 3. Perhitungan dispersi logaritma

| THN | MAX. CH | Xi | Xi-X | (Xi-X)2 | (Xi-X)3 | (Xi-X)4 |
|--------|---------|--------|--------|---------|------------|-------------|
| 2015 | 363 | 368 | 55.68 | 3100.26 | 172622.61 | 9611626.95 |
| 2016 | 272 | 363 | 50.38 | 2538.14 | 127871.71 | 6442177.00 |
| 2017 | 351 | 351 | 38.78 | 1503.89 | 58320.79 | 2261680.32 |
| 2018 | 222 | 333 | 20.18 | 407.23 | 8217.95 | 165838.23 |
| 2019 | 332 | 332 | 19.38 | 375.58 | 7278.83 | 141063.64 |
| 2020 | 333 | 311 | -1.42 | 2.02 | -2.86 | 4.07 |
| 2021 | 283 | 289 | -23.32 | 543.82 | -12681.94 | 295742.80 |
| 2022 | 289 | 283 | -29.12 | 847.97 | -24693.01 | 719060.58 |
| 2023 | 311 | 272 | -40.42 | 1633.78 | -66037.24 | 2669225.33 |
| 2024 | 368 | 222 | -90.12 | 8121.61 | -731919.89 | 65960620.46 |
| Jumlah | | 3123.2 | 0 | 19074.3 | -461023.1 | 88267039.4 |
| X | | | | 312.32 | | |
| S | | | | 46.04 | | |
| Cs | | | | -0.66 | | |
| Ck | | | | -0.05 | | |
| Cv | | | | 0.15 | | |

Hasil perhitungan dispersi logaritma didapatkan nilai rerata (\bar{X}) 312.32, simpangan baku (S) 46.04, koefisien *skewness* -0.66, koefisien *kurtosis* -0.05, dan koefisien variasi 0.15, hasil perhitungan tersebut digunakan untuk perhitungan dalam pemilihan distribusi frekuensi.

3.1.3 Pemilihan Distribusi Frekuensi

Pemilihan jenis distribusi frekuensi berdasarkan perhitungan Cs, Ck, dan Cv disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Data pemilihan distribusi

| No. | Distribusi | Stat. | Analisis | Kriteria | Keterangan |
|-----|-----------------|-------|----------|-----------|------------------------|
| 1 | Normal | CS | -0.66 | CS = 0.00 | Tdk memenuhi |
| | | | Ck | 3.90 | Ck = 3.00 Tdk memenuhi |
| 2 | Log Normal | Cs | -0.66 | Cs > 0.00 | Tdk memenuhi |
| | | | Ck | 3.90 | Ck = 5.44 Tdk memenuhi |
| 3 | Gumbel | Cs | -0.66 | Cs » 1.14 | Tdk memenuhi |
| | | | Ck | 3.90 | Ck = 5.40 Tdk memenuhi |
| 4 | Log Pearson III | Cs | -0.66 | CS ≠ 0 | Memenuhi |
| | | | Ck | -0.05 | |

Berdasarkan hasil perhitungan, Metode yang digunakan dalam analisis frekuensi ini adalah metode distribusi *Log Pearson Type III*, karena metode tersebut dapat memenuhi kriteria yang ditentukan dan merupakan metode umum yang direkomendasikan oleh banyak pedoman hidrologi karena kemampuannya mengakomodasi data dan mencerminkan kondisi iklim di wilayah tropis. Hasil perhitungan data menggunakan metode *Log Pearson Type III*, disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data distribusi *Log Pearson Type III*

| THN | Xi | Log Xi | (Log Xi - Log X) ₁ | (Log Xi - Log X) ₂ | (Log Xi - Log X) ₃ |
|----------------------|------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 362.7 | 2.559547556 | 0.069534715 | 0.004835077 | 0.000336206 |
| 2 | 271.9 | 2.434409208 | -0.055603633 | 0.003091764 | -0.000171913 |
| 3 | 351.1 | 2.545430829 | 0.055417989 | 0.003071154 | 0.000170197 |
| 4 | 222.2 | 2.346744055 | -0.143268785 | 0.020525945 | -0.002940727 |
| 5 | 331.7 | 2.520745472 | 0.030732631 | 0.000944495 | 2.90268E-05 |
| 6 | 332.5 | 2.52179165 | 0.03177881 | 0.001009893 | 3.20932E-05 |
| 7 | 283.2 | 2.452093249 | -0.037919591 | 0.001437895 | -5.45244E-05 |
| 8 | 289 | 2.460897843 | -0.029114997 | 0.000847683 | -2.46803E-05 |
| 9 | 310.9 | 2.492620722 | 0.002607882 | 6.80105E-06 | 1.77363E-08 |
| 10 | 368 | 2.565847819 | 0.075834979 | 0.005750944 | 0.000436123 |
| Jumlah (S) | 24.9001284 | 0 | 0.04152165 | -0.002188182 | |
| Rerata Log (X) | | | 2.49 | | |
| Standar Deviasi (Sx) | | | 0.06 | | |
| Kemencengan (Cs) | | | -0.96 | | |

Berdasarkan distribusi terpilih (*Log Pearson Type III*), Selanjutnya dilakukan analisis frekuensi curah hujan untuk mengetahui peluang terjadinya curah hujan ekstrem dengan periode ulang tertentu (misalnya 2, 5, 10, dan 25, tahun). Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan rumus statistik sesuai karakteristik distribusi yang telah ditentukan. Hasil

perhitungan curah hujan diperoleh untuk periode 2, 5, 10, dan 25 tahun disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Data curah hujan rancangan

| Tr | Log X | K | Sx | Log XT | XT = 10^X Log XT |
|----|-------|------|------|--------|------------------|
| 2 | 2.49 | 0.16 | 0.07 | 2.50 | 316.83 |
| 5 | 2.49 | 0.85 | 0.07 | 2.55 | 353.12 |
| 10 | 2.49 | 1.13 | 0.07 | 2.57 | 368.99 |
| 25 | 2.49 | 1.29 | 0.07 | 2.58 | 378.00 |

Didapat hasil dari perhitungan curah hujan rancangan paling tinggi terjadi pada periode ulang 25 tahun dengan nilai sebesar 378.00 mm/hari, hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi curah hujan periode ulang

| Periode Ulang (Tr) | Hujan Rancangan (mm/hari) |
|--------------------|---------------------------|
| 2 | 316.83 |
| 5 | 353.12 |
| 10 | 368.99 |
| 25 | 378.00 |

3.1.4 Analisis Uji Kesesuaian Distribusi

Untuk memastikan bahwa distribusi yang digunakan dalam analisis curah hujan rancangan benar-benar sesuai dengan karakteristik data yang ada, maka dilakukan uji kesesuaian distribusi menggunakan metode *Smirnov Kolmogorov*. Uji ini merupakan salah satu metode statistik *non-parametrik* yang digunakan untuk membandingkan distribusi empiris (aktual) dari data dengan distribusi teoritis tertentu, dalam penelitian ini yaitu distribusi *Log Pearson Type III*. Hasil uji distribusi data disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Uji distribusi *Smirnov Kolmogorov*

| THN | Xi | Log Xi | Pe (Xi) | K | Pt(Xi) | D = (Pe (Xi) - Pt(Xi)) | | |
|----------------------|-----|--------|---------|----------|--------|------------------------|--|--|
| 1 | 368 | 2.57 | 0.091 | 1.116 | 0.092 | 0.001 | | |
| 2 | 363 | 2.56 | 0.182 | 1.024 | 0.139 | 0.043 | | |
| 3 | 351 | 2.55 | 0.273 | 0.816 | 0.215 | 0.057 | | |
| 4 | 333 | 2.52 | 0.364 | 0.468 | 0.366 | 0.002 | | |
| 5 | 332 | 2.52 | 0.455 | 0.452 | 0.373 | 0.081 | | |
| 6 | 311 | 2.49 | 0.545 | 0.038 | 0.552 | 0.007 | | |
| 7 | 289 | 2.46 | 0.636 | -0.429 | 0.711 | 0.075 | | |
| 8 | 283 | 2.45 | 0.727 | -0.558 | 0.746 | 0.019 | | |
| 9 | 272 | 2.43 | 0.818 | -0.819 | 0.810 | 0.008 | | |
| 10 | 222 | 2.35 | 0.909 | -2.109 | 0.958 | 0.049 | | |
| Jumlah (S) | | 24.90 | | | | | | |
| Rerata Log (X) | | 2.49 | | | | | | |
| Standar Deviasi (Sx) | | 0.07 | | D Hitung | | 0.081 | | |
| Jumlah Data (n) | | 10.00 | | | | | | |
| Kemencengan (Cs) | | -0.97 | | | | | | |

Ketentuan hasil uji kesesuaian distribusi jika:
 $D_{maks} < D_{tabel}$, maka data tersebut diterima, jika
 $D_{maks} > D_{tabel}$, maka data tersebut tidak diterima.

Tabel 9. Ketentuan uji kesesuaian distribusi

| α | Δ_{kritis} | Δ_{hitung} |
|----------|-------------------|-------------------|
| 5% | 0.41 | Diterima |
| 1% | 0.49 | Diterima |

Dari hasil uji kesesuaian distribusi dengan digunakan nilai derajat kepercayaan (α) 5%, dengan jumlah data (n) sebanyak 10, didapat nilai D_{maks} 0.081 $<$ D_{tabel} 0.41, dan menggunakan nilai derajat kepercayaan (α) 1%, dengan jumlah data (n) sebanyak 10, didapat nilai D_{maks} 0.081 $<$ D_{tabel} 0.49, maka uji kesesuaian distribusi bisa diterima.

3.1.5 Analisis Intensitas Curah Hujan

Setelah mendapatkan nilai curah hujan rancangan untuk berbagai periode ulang dari analisis distribusi frekuensi, selanjutnya adalah menghitung nilai intensitas curah hujan. Nilai ini sangat penting dalam melakukan evaluasi sistem drainase, karena dapat menunjukkan besarnya hujan dalam satuan waktu tertentu. Nilai intensitas curah hujan untuk periode 2, 5, 10, dan 25 tahun dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Data intensitas curah hujan

| Durasi Jam | 2 Tahun (m ³ /dt) | 5 Tahun (m ³ /dt) | 10 Tahun (m ³ /dt) | 25 Tahun (m ³ /dt) |
|------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 109.84 | 122.42 | 127.92 | 131.04 |
| 2 | 69.19 | 77.12 | 80.59 | 82.55 |
| 3 | 52.80 | 58.85 | 61.50 | 63.00 |
| 4 | 43.59 | 48.58 | 50.77 | 52.01 |
| 5 | 37.56 | 41.87 | 43.75 | 44.82 |
| 6 | 33.26 | 37.08 | 38.74 | 39.69 |

Hasil analisis menunjukkan data intensitas curah hujan paling tinggi terjadi dalam periode kala ulang 25 tahun pada durasi jam ke-1, dengan nilai sebesar 131.04 m³/dt, dan nilai intensitas curah hujan terendah terjadi dalam periode kala ulang 2 tahun sebesar 33.26 m³/dt pada jam ke-6.

3.1.6 Analisis Debit Banjir Eksisting

Debit banjir dan dimensi saluran diperlukan untuk *input* data pada pemodelan ini, sehingga dapat mengetahui kondisi actual debit banjir dan sistem drainase pada Lokasi penelitian. Perhitungan debit saluran mencakup beberapa parameter data antara lain dimensi saluran setiap 100 meter, nilai *mannings* 0.015 karena saluran seluruhnya berjenis beton atau *concrete drainage*, dan data kemiringan saluran (*Skewness*). Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel. 11 Perhitungan debit banjir eksisting

| STA | B (m) | H (m) | A (m^2) | P (m) | R (m) | Q (m^3/det) |
|------|-------|-------|-------------|-------|-------|-----------------|
| 100 | 0.60 | 0.70 | 0.42 | 2.00 | 2.10 | 2.90 |
| 200 | 0.60 | 0.65 | 0.39 | 1.90 | 1.95 | 2.57 |
| 300 | 0.60 | 0.68 | 0.41 | 1.96 | 2.04 | 2.77 |
| 400 | 0.58 | 0.65 | 0.38 | 1.88 | 1.95 | 2.48 |
| 500 | 0.58 | 0.50 | 0.29 | 1.58 | 1.50 | 1.60 |
| 600 | 0.52 | 0.55 | 0.29 | 1.62 | 1.65 | 1.68 |
| 700 | 0.55 | 0.60 | 0.33 | 1.75 | 1.80 | 2.06 |
| 800 | 0.55 | 0.75 | 0.41 | 2.05 | 2.25 | 2.99 |
| 900 | 0.53 | 0.77 | 0.41 | 2.07 | 2.31 | 3.01 |
| 1000 | 0.50 | 0.70 | 0.35 | 1.90 | 2.10 | 2.42 |

Hasil perhitungan debit banjir didapatkan debit banjir paling tinggi terjadi pada STA 900 dengan nilai sebesar $3.01 \text{ m}^3/\text{detik}$, sehingga perlu adanya evaluasi untuk saluran tersebut.

3.1.7 Analisis Debit Banjir Rancangan

Perhitungan debit banjir rancangan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan Metode Rasional, yang merupakan metode empiris sederhana namun banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak aliran permukaan (Canubry & Shaskia, 2021). Perhitungan debit banjir dilakukan dengan melakukan digitasi pada peta daerah lokasi penelitian, dimana didapatkan beberapa tutupan lahan terdiri dari pemukiman, persawahan, dan perkebunan untuk mengetahui nilai dari koefisien pengaliran (C). Hasil perhitungan debit banjir rancangan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel. 12 Perhitungan Debit Banjir Rancangan

| SEC | Jenis | Debit Aliran | | |
|--------|-------------|--------------|--------|-----------------|
| | | C | A (ha) | Q (m^3/det) |
| 1 | Pemukiman | 0.40 | 0.30 | 0.004 |
| 2 | Perkebunan | 0.20 | 0.20 | 0.005 |
| 3 | Pemukiman | 0.40 | 0.51 | 0.007 |
| 4 | Pemukiman | 0.40 | 0.35 | 0.005 |
| 5 | Persawahan | 0.15 | 0.65 | 0.003 |
| 6 | Pemukiman | 0.40 | 0.40 | 0.006 |
| 7 | Persawahan | 0.15 | 0.61 | 0.003 |
| 8 | Pemukiman | 0.40 | 0.45 | 0.006 |
| 9 | Pemukiman | 0.40 | 1.30 | 0.019 |
| 10 | Jalan beton | 0.80 | 0.50 | 0.014 |
| Jumlah | | 5.3 | 0.073 | |

Didapatkan luas daerah pengaliran sebesar 5.3 hektar yang terdiri daerah pemukiman, sawah, pertanian, dan lahan kosong, setelah melakukan perhitungan debit banjir rancangan, didapat total debit sebesar $0.073 \text{ m}^3/\text{dt}$.

3.2 Pemodelan HEC-RAS

3.2.1 Evaluasi Saluran Sebelum Perbaikan

Hasil pemodelan hidraulik menggunakan perangkat lunak HEC-RAS menunjukkan bahwa sebagian besar saluran drainase di sepanjang ruas Jalan Puloampel–Bojonegara belum mampu menampung debit puncak yang terjadi pada periode ulang 5 tahun. Hasil pemodelan HEC-RAS disajikan pada Tabel 12 dan Tabel 13.

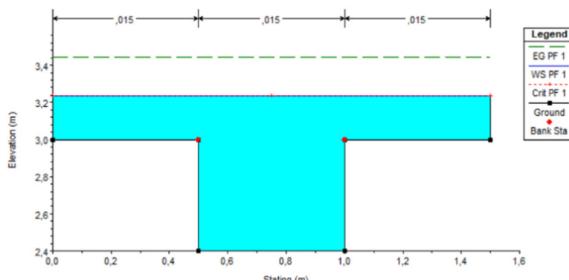
Tabel. 13 Hasil pemodelan banjir sebelum perbaikan

| No | STA | Tinggi Elevasi Permukaan Saluran (m) | Tinggi Permukaan Air (m) | Kecepatan Aliran (m/s) |
|----|------|--------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 1000 | 8.00 | 8.15 | 2.02 |
| 2 | 900 | 7.46 | 7.67 | 2.01 |
| 3 | 800 | 6.80 | 7.18 | 2.02 |
| 4 | 700 | 6.10 | 6.69 | 2.01 |
| 5 | 600 | 5.59 | 6.20 | 2.02 |
| 6 | 500 | 5.47 | 5.72 | 2.01 |
| 7 | 400 | 5.00 | 5.22 | 2.04 |
| 8 | 300 | 4.50 | 4.76 | 1.98 |
| 9 | 200 | 4.10 | 4.24 | 2.09 |
| 10 | 100 | 3.00 | 3.21 | 0.21 |

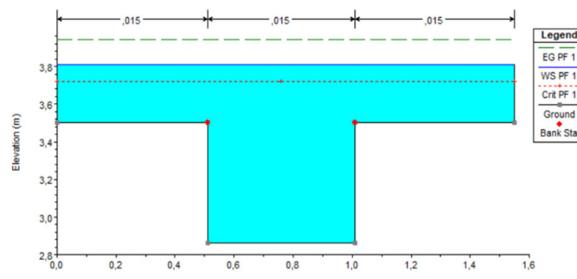
Tabel. 14 Rekapitulasi pemodelan banjir

| Tinggi Elevasi Permukaan Saluran (m) | Tinggi elevasi Permukaan Air (m) | Interval (m) | Keterangan |
|--------------------------------------|----------------------------------|--------------|-----------------------|
| 8.00 | 8.15 | 0.15 | Tidak dapat menampung |
| 7.46 | 7.67 | 0.21 | Tidak dapat menampung |
| 6.80 | 7.18 | 0.38 | Tidak dapat menampung |
| 6.10 | 6.69 | 0.59 | Tidak dapat menampung |
| 5.59 | 6.20 | 0.61 | Tidak dapat menampung |
| 5.47 | 5.72 | 0.25 | Tidak dapat menampung |
| 5.00 | 5.22 | 0.22 | Tidak dapat menampung |
| 4.50 | 4.76 | 0.26 | Tidak dapat menampung |
| 4.10 | 4.24 | 0.14 | Tidak dapat menampung |
| 3.00 | 3.21 | 0.21 | Tidak dapat menampung |

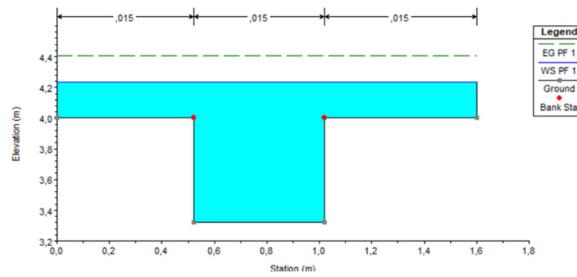
Dari hasil pemodelan HEC-RAS menunjukkan bahwa dari seluruh STA saluran tidak dapat menampung dan tinggi permukaan air melebihi tinggi permukaan saluran eksisting atau meluap dengan rata-rata ketinggian luapan air sebesar 30 cm, dan luapan air paling tinggi terjadi pada STA 600 dengan ketinggian air mencapai 61 cm.

**Gambar 4.** Profil Saluran Eksisting STA 1000

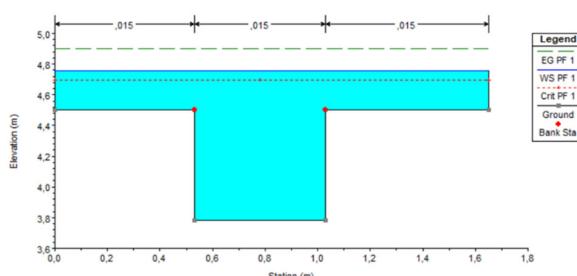
Hasil pemodelan saluran menggunakan HEC-RAS, dapat dilihat pada Gambar 4, pada STA 1000, saluran drainase mengalami luapan air setinggi 15 cm.

**Gambar 5.** Profil Saluran Eksisting STA 900

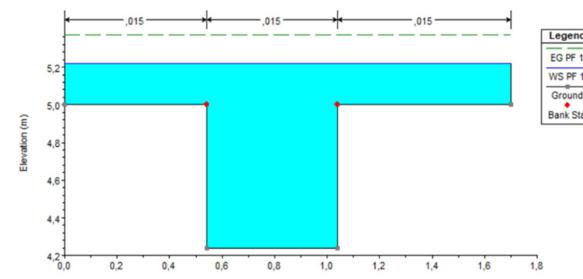
Hasil pemodelan saluran menggunakan HEC-RAS, dapat dilihat pada Gambar 5, pada STA 900, saluran drainase mengalami luapan air setinggi 21 cm.

**Gambar 6.** Profil Saluran Eksisting STA 800

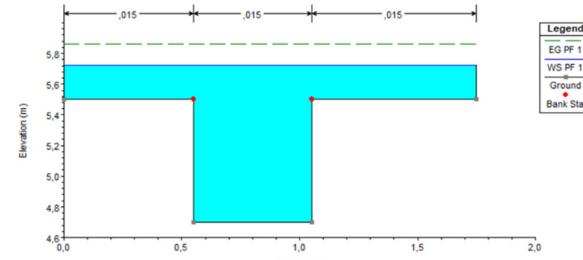
Hasil pemodelan saluran menggunakan HEC-RAS, dapat dilihat pada Gambar 6, pada STA 800, saluruan drainase mengalami luapan air setinggi 38 cm.

**Gambar 7.** Profil Saluran Eksisting STA 700

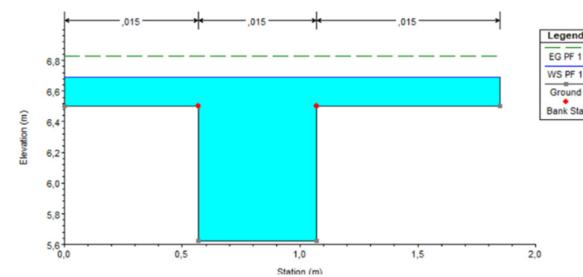
Hasil pemodelan saluran pada menggunakan HEC-RAS, dapat dilihat pada Gambar 7, STA 700, saluran drainase mengalami luapan air setinggi 59 cm.

**Gambar 8.** Profil Saluran Eksisting STA 600

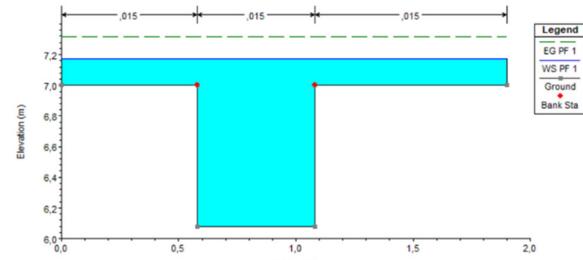
Hasil pemodelan saluran menggunakan HEC-RAS, dapat dilihat pada Gambar 8, pada STA 600, saluran drainase mengalami luapan air setinggi 61 cm.

**Gambar 9.** Profil Saluran Eksisting STA 500

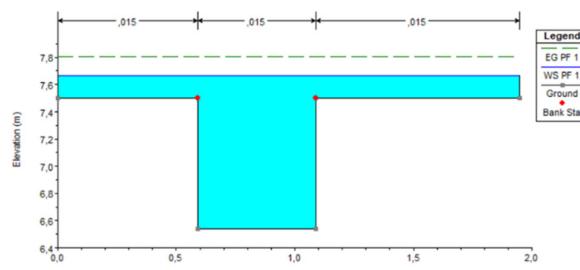
Hasil pemodelan saluran menggunakan HEC-RAS, dapat dilihat pada Gambar 9, pada STA 500, saluran drainase mengalami luapan air setinggi 25 cm.

**Gambar 10.** Profil Saluran Eksisting STA 400

Hasil pemodelan saluran menggunakan HEC-RAS, dapat dilihat pada Gambar 10, pada STA 400, saluran drainase mengalami luapan air setinggi 22 cm.

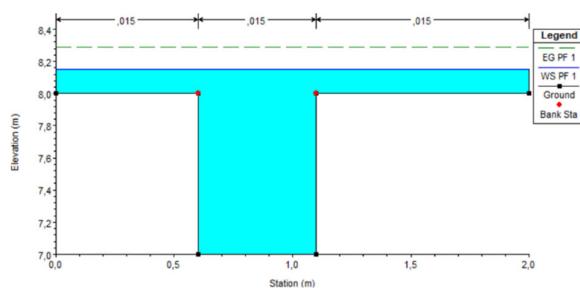
**Gambar 11.** Profil Saluran Eksisting STA 300

Hasil pemodelan saluran pada menggunakan HEC-RAS, dapat dilihat pada Gambar 11, pada STA 300, saluran drainase mengalami luapan air setinggi 26 cm.



Gambar 12. Profil Saluran Eksisting STA 200

Hasil pemodelan saluran menggunakan HEC-RAS, dapat dilihat pada Gambar 12, pada STA 200, saluran drainase mengalami luapan air setinggi 14 cm.



Gambar 13. Profil Saluran Eksisting STA 100

Hasil pemodelan saluran menggunakan HEC-RAS, dapat dilihat pada Gambar 13, pada pada STA 100, saluran drainase mengalami luapan air setinggi 21 cm.

Berdasarkan hasil simulasi pemodelan HEC-RAS terhadap kondisi saluran sebelum dilakukan perbaikan, diketahui bahwa seluruh penampang saluran dari STA 100-1000 dengan dimensi saluran rata-rata, lebar saluran (b) 56 cm, dan kedalaman saluran (h) 65 cm tidak mampu menampung debit rencana sebesar 3.01 m^3/dt , berdasarkan periode ulang 5 tahun. Hal ini diperburuk dengan kondisi eksisting saluran yang dipenuhi endapan dan vegetasi liar. Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem drainase eksisting tidak dirancang untuk menampung debit maksimum saat ini, dan perlu dilakukan perbaikan baik dari segi dimensi penampang, kemiringan saluran, maupun sistem pemeliharaan.

3.2.2 Evaluasi Saluran Setelah Perbaikan

Dengan mempertimbangkan kondisi eksisting sekitar, dimana lokasi penelitian ini masih terdapat lahan untuk melakukan perbaikan geometri saluran, yang mencakup pelebaran penampang (b) menjadi 100 cm dan pendalaman dasar saluran (h) 100 cm, kemudian dilakukan simulasi kembali menggunakan HEC-RAS.

Hasil simulasi HEC-RAS menunjukkan peningkatan signifikan pada kapasitas hidraulik. Hasil pemodelan, dan rekapitulasi pemodelan setelah perbaikan disajikan pada Tabel 15 dan 16.

Tabel. 15 Hasil pemodelan banjir setelah perbaikan

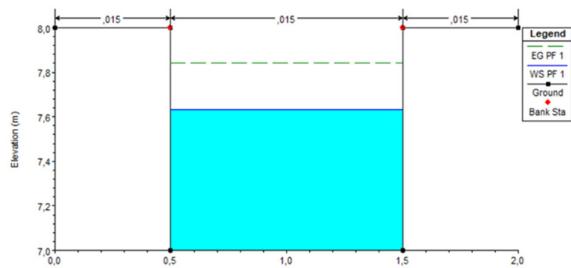
| No | STA | Tinggi Elevasi Permukaan Saluran (m) | Tinggi Permukaan Air (m) | Kecepatan Aliran (m/s) |
|----|------|--------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 1000 | 8.00 | 7.63 | 2.02 |
| 2 | 900 | 7.46 | 7.14 | 2.01 |
| 3 | 800 | 6.80 | 6.63 | 2.02 |
| 4 | 700 | 6.51 | 6.14 | 2.01 |
| 5 | 600 | 6.10 | 5.63 | 2.02 |
| 6 | 500 | 5.47 | 5.14 | 2.01 |
| 7 | 400 | 5.00 | 4.63 | 2.04 |
| 8 | 300 | 4.50 | 4.15 | 1.98 |
| 9 | 200 | 4.10 | 3.61 | 2.09 |
| 10 | 100 | 3.45 | 3.18 | 1.87 |

Tabel. 16 Rekapitulasi pemodelan banjir

| Tinggi Elevasi Permukaan Saluran (m) | Tinggi Permukaan Air (m) | Interval (m) | Keterangan |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------|-----------------|
| 8.00 | 7.63 | -0.37 | Dapat Menampung |
| 7.46 | 7.14 | -0.32 | Dapat Menampung |
| 6.80 | 6.63 | -0.17 | Dapat Menampung |
| 6.51 | 6.14 | -0.37 | Dapat Menampung |
| 6.10 | 5.63 | -0.47 | Dapat Menampung |
| 5.47 | 5.14 | -0.33 | Dapat Menampung |
| 5.00 | 4.63 | -0.37 | Dapat Menampung |
| 4.50 | 4.15 | -0.35 | Dapat Menampung |
| 4.10 | 3.45 | -0.49 | Dapat Menampung |
| 3.45 | 3.18 | -0.27 | Dapat Menampung |

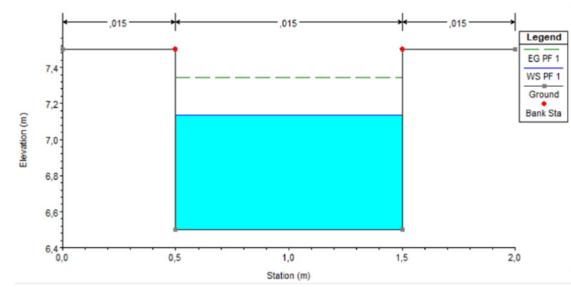
Hasil pemodelan HEC-RAS setelah melakukan perbaikan, menunjukkan bahwa tinggi permukaan air sudah tidak melebihi tinggi permukaan saluran atau tidak meluap dengan rata-rata jarak muka air 35 cm dibawah elevasi permukaan saluran.

Hasil evaluasi perbaikan ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4, memperlihatkan bahwa tinggi muka air (WS) berada di bawah elevasi permukaan saluran, yang berarti sudah tidak terjadi luapan.



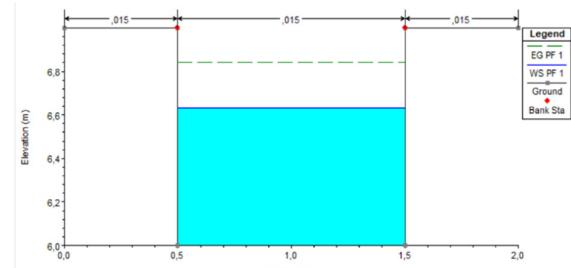
Gambar 14. Profil Saluran Perbaikan STA 1000

Hasil pemodelan saluran setelah perbaikan pada STA 1000 dengan lebar saluran (b) 100 cm dan kedalaman saluran (h) 100 cm, dapat menampung debit banjir dan tinggi muka air 37 cm dibawah permukaan saluran.



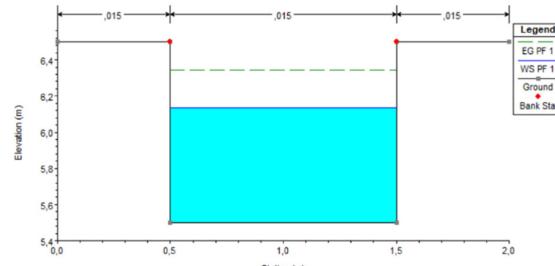
Gambar 15. Profil Saluran Perbaikan STA 900

Hasil pemodelan saluran setelah perbaikan pada STA 900 dengan lebar saluran (b) 100 cm dan kedalaman saluran (h) 100 cm, dapat menampung debit banjir dan tinggi muka air 32 cm dibawah permukaan saluran.



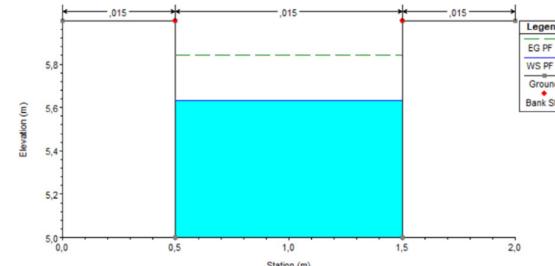
Gambar 16. Profil Saluran Perbaikan STA 800

Hasil pemodelan saluran setelah perbaikan pada STA 800 dengan lebar saluran (b) 100 cm dan kedalaman saluran (h) 100 cm, dapat menampung debit banjir dan tinggi muka air 17 cm dibawah permukaan saluran.



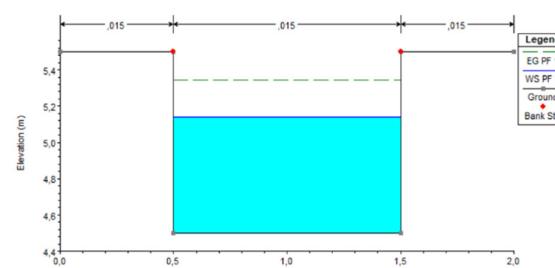
Gambar 17. Profil Saluran Perbaikan STA 700

Hasil pemodelan saluran setelah perbaikan pada STA 700 dengan lebar saluran (b) 100 cm dan kedalaman saluran (h) 100 cm, dapat menampung debit banjir dan tinggi muka air 37 cm dibawah permukaan saluran.



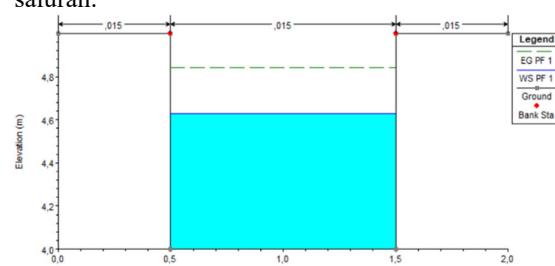
Gambar 18. Profil Saluran Perbaikan STA 600

Hasil pemodelan saluran setelah perbaikan pada STA 600 dengan lebar saluran (b) 100 cm dan kedalaman saluran (h) 100 cm, dapat menampung debit banjir dan tinggi muka air 47 cm dibawah permukaan saluran.



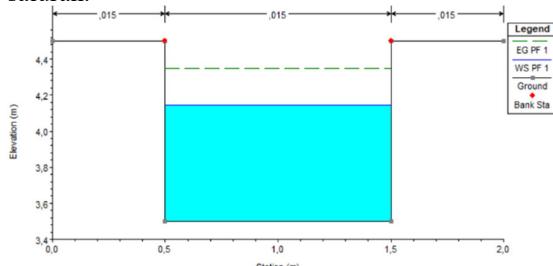
Gambar 19. Profil Saluran Perbaikan STA 500

Hasil pemodelan saluran setelah perbaikan pada STA 500 dengan lebar saluran (b) 100 cm dan kedalaman saluran (h) 100 cm, dapat menampung debit banjir dan tinggi muka air 33 cm dibawah permukaan saluran.



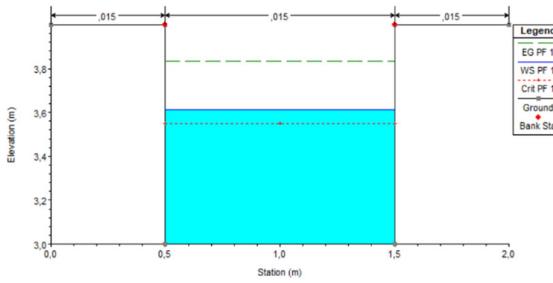
Gambar 20. Profil Saluran Perbaikan STA 400

Hasil pemodelan saluran setelah perbaikan pada STA 400 dengan lebar saluran (b) 100 cm dan kedalaman saluran (h) 100 cm, dapat menampung debit banjir dan tinggi muka air 37 cm dibawah permukaan saluran.



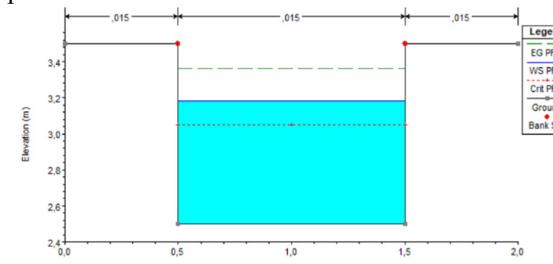
Gambar 21. Profil Saluran Perbaikan STA 300

Hasil pemodelan saluran setelah perbaikan pada STA 300 dengan lebar saluran (b) 100 cm dan kedalaman saluran (h) 100 cm, dapat menampung debit banjir dan tinggi muka air 35 cm dibawah permukaan saluran.



Gambar 22. Profil Saluran Perbaikan STA 200

Hasil pemodelan saluran setelah perbaikan pada STA 200 dengan lebar saluran (b) 100 cm dan kedalaman saluran (h) 100 cm, dapat menampung debit banjir dan tinggi muka air 49 cm dibawah permukaan saluran.



Gambar 23. Profil Saluran Perbaikan STA 100

Hasil pemodelan saluran setelah perbaikan pada STA 100 dengan lebar saluran (b) 100 cm dan kedalaman saluran (h) 100 cm, dapat menampung debit banjir dan tinggi muka air 27 cm dibawah permukaan saluran.

Setelah melakukan perbaikan saluran dan mempertimbangkan kondisi eksisting sekitar, didapatkan rekomendasi perbaikan dengan lebar saluran (b) 100 cm dan kedalaman saluran (h) 100 cm, dan melaukan simulasi pemodelan HEC-RAS terhadap kondisi saluran setelah dilakukan perbaikan, diketahui

bahwa seluruh penampang saluran dari STA 100-1000 sudah mampu menampung debit banjir. Penampang saluran yang lebih lebar dan dalam, serta saluran yang bersih dari penghalang, membantu memperlancar aliran dan memperbesar kapasitas penampungan.

4. KESIMPULAN

Studi ini menyimpulkan bahwa sistem drainase yang ada di sepanjang Jalan Puloampel–Bojonegara tidak memadai untuk menampung debit puncak atau debit banjir dengan periode ulang 5 tahun sebesar 3.01 m^3/dt yang menyebabkan air meluap dari saluran drainase. Hasil simulasi HEC-RAS menunjukkan bahwa elevasi muka air melebihi permukaan saluran di hampir semua penampang, yang menegaskan ketidakmampuan sistem untuk menangani volume limpasan saat terjadi hujan lebat dan menyebabkan risiko banjir permukaan di sepanjang jalan. Maka diperlukannya adanya perbaikan saluran drainase yang mengalami kerusakan dan penyempitan dimensi saluran.

Setelah dilakukan perbaikan geometrik saluran yang sebelumnya saluran tersebut rata-rata memiliki lebar (b) 0.56 cm, dan kedalaman saluran (h) 0.65 cm, dengan mempertimbangkan kondisi eksisting yaitu pelebaran saluran (b) menjadi 100 cm dan pendalaman saluran (h) sedalam 100 cm, simulasi menunjukkan peningkatan kapasitas hidrolik yang signifikan, dengan semua penampang mampu menampung debit rancangan tanpa luapan, dimana sekarang kondisi tinggi muka air berada 35 cm dibawah permukaan saluran. Temuan ini juga memvalidasi efektivitas penggunaan pemodelan HEC-RAS sebagai alat teknis untuk analisis spasial dan kuantitatif kinerja sistem drainase.

Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar memasukkan variabel tambahan seperti pengaruh sedimentasi jangka panjang terhadap kapasitas saluran, serta pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) guna mendapatkan pemetaan daerah terdampak genangan atau banjir. Penelitian mendatang juga diharapkan dapat mengevaluasi dari segi aspek sosial dan ekonomi akibat genangan atau banjir tersebut

Berdasarkan hasil ini, direkomendasikan agar pemerintah daerah melaksanakan pemeliharaan dan pembuangan sedimen secara berkala, sambil juga mengadopsi pendekatan pemodelan hidrolik untuk perencanaan dan evaluasi drainase. Untuk studi mendatang, disarankan untuk memasukkan variabel tambahan seperti, dampak sedimentasi jangka panjang, dan integrasi dengan sistem pemetaan berbasis SIG untuk memberikan analisis yang lebih komprehensif dan terperinci.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdilah Herza, H., & Arbi, Y. (2024). *Perencanaan Saluran Drainase Primer Di Kawasan Universitas Negeri Padang* (Vol. 5, Issue 1).

- Adwitya, B., Utama, P., Wijayanti, P., & Susila, H. (2025). *Simulasi Saluran Drainase di Jalan Jembangan Kecamatan Sukoharjo Menggunakan Software HEC-RAS 4.1. 4(2).*
- Ahmad Fajrin, Asrul, Nurnawaty, & Indriyanti. (2024). Analisis Kapasitas Penampang Sungai untuk Mengidentifikasi Banjir Menggunakan Software HEC-RAS 6.3.1. *Jurnal Karajata Engineering*, 4(2), 114–124. <https://doi.org/10.31850/karajata.v4i2.3237>
- Almahera, D., Lukman, A., Harahap, R., Alumni,), Program, D., & Sipil, S. T. (2020). Evaluasi Sistem Drainase Area Sisi Udara (Air Side) Bandar Udara Internasional Kualanamu Deli Serdang. In *Cetak Buletin Utama Teknik* (Vol. 15, Issue 2). Online.
- Bagus Suryatmaja, I., Agung Ratu Ritaka Wangsa, A., Made Nada, I., & Wayan Gede Pasek Perdana, I. (2023). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Di Jalan Tukad Yeh Aya Renon Denpasar. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, 12(2). <https://e-journal.unmas.ac.id/index.php/jikt>
- Bunganaen, W., Karels, D. W., Taka, E. F. C., & Koresponden,). (2024). Evaluasi Kapasitas Tampung Saluran Drainase Menggunakan Software Hec-Ras 6.0 (Studi Kasus: Jalan Jendral Soeharto-Jendral Sudirman). *Jurnal Forum Teknik Sipil*, 4(1), 51–63.
- Canubry, D., & Shaskia, N. (2021). Perencanaan Saluran Drainase Perkotaan Wilayah Kecamatan Johan Pahlawan dengan Aplikasi HEC-RAS. *Journal of The Civil Engineering Student*, 3(3), 272–276.
- Dwi Fajri, G., & Arbi, Y. (2024). *Analisa Saluran Drainase (Studi Kasus : Saluran Drainase FMIPA UNP)* (Vol. 5).
- Harahap, D. S. (2022). Evaluasi Sistem Drainase Di Kawasan Pemukiman Penduduk Di Jalan Air Bersih, Kelurahan Sudirejo I, Kecamatan Medan Kota. In *JTSIP* (Vol. 1, Issue 1).
- Huda, M., Rochmanto, D., Hidayati, N., & Jepara, U. (2021). *Jurnal Civil Engineering Study Perencanaan Sistem Drainase Sepanjang Jalan Raya Mayong-Bakalan, Kabupaten Jepara*. <https://journal.unisnu.ac.id/CES>
- Ilfan, F., Nurdin, A., & Tristhayanti, N. (2023). Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Sekunder di Jalan Kapten Pattimura Telanaipura Kota Jambi Menggunakan Software Hec-Ras. *Jurnal Talenta Sipil*, 6(1), 44. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v6i1.213>
- Indrastuti, & Yunita. (2020). Analisis Sistem Drainase terhadap Genangan (Banjir) di Kota Batam (studi kasus : jalan duyung kecamatan batu ampar). In *Journal of Civil Engineering and Planning* (Vol. 1, Issue 2).
- Jusatria. (2021). *Evaluasi Perencanaan Drainase Menggunakan Simulasi HEC RAS 4.0 (Studi Kasus : Jalan Budiman – Tembilahan).*
- Mahfidh, M. K., Roehman, F., & Wibowo, K. (2022). *Jurnal Civil Engineering Study Analisa Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Raya Kelet-Bangsri*. <https://journal.unisnu.ac.id/CES>
- Meila, D., Putri, A., & Prawati, E. (2023). *Evaluasi Sistem Drainase*. 4(1). <http://scholar.ummetro.ac.id/index.php/jumatisi/index>
- Prabandari, N. L. P. (2025). *Analisa debit banjir rancangan Bendungan Palasari menggunakan HEC-HMS*.
- Rahmawati, A., & Damayanti, A. (n.d.). *Evaluasi Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Genangan di Kota Sidoarjo, Brantas Catchment Area*. <https://www.researchgate.net/publication/299387698>
- Sasongko, N., Jannah, N., & Apriliani, R. A. (2024). *Analisis Sistem Drainase Menggunakan HEC-RAS 5.0.2 Untuk Penanganan Genangan Di Kawasan Semonowaru – Surabaya*. <https://doi.org/10.25139/concrete.v2i02.8712>
- Seisar, S., Efendi, M., Zenurianto, M., Manajemen, M., Konstruksi, R., Sipil, J. T., Malang, P. N., Jurusan, D., & Sipil, T. (2021). *Evaluasi Dan Perencanaan Ulang Sistem Jaringan Drainase Kecamatan Kartoharjo Kota Madiun* (Vol. 2, Issue 4). <http://jos-mrk.polinema.ac.id/>
- Setiyowati, A., & Anggraheni, E. (2024). Analisis Banjir pada Polder Sunter Timur II dengan Menggunakan HEC-RAS (Ras Mapper). *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), 39. <https://doi.org/10.29103/tj.v14i1.1003>
- Setyawati, K. N., & Amudi, A. (2023). Evaluasi Kinerja Saluran Drainase di Jalan Semambung – Sumput Kecamatan Driyorejo dengan Hec-RAS. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 5(2), 141–153. <https://doi.org/10.26740/proteksi.v5n2.p141-153>
- Sinaga, R. M., & Harahap, R. (2016). Analisis Sistem Saluran Drainase Pada Jalan Perjuangan Medan. In *Jurnal Education Building* (Vol. 2, Issue 2).
- Umam, K., Tsubutus, M., Al Misbah, S., & Rohmanto, D. (2023). *Evaluasi Saluran Drainase Akibat Sedimentasi Dengan Menggunakan Program HEC-RAS (Case Study On Jalan Dr. Sutomo) Drainage Channel Evaluation Due To Sedimentation Using The Hec-Ras Program (Case Study On Road Dr. Sutomo)*. 14(2), 106–114. <https://doi.org/10.34001/jdpt>
- Yayuk, F. S. (2022). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Pada Perumahan Mustika Tigaraksa Kabupaten Tangerang Dengan Software HEC RAS 4.1 (Analysis of Drainage Channel Capacity in Mustika Tigaraksa Housing, Kabupaten Tangerang). In *Jurnal Artesis* (Vol. 1, Issue 2).
- Yoga Pratama, A., Achiari, H., & Kiranaratri, A. H. (n.d.). *Perencanaan Saluran Drainase Menggunakan Aplikasi HEC-RAS (Studi Kasus: Bundaran I Sampai B Kampus ITERA)*.