



## Optimasi Sistem Drainase Perkotaan Berbasis Debit Limpasan dan Pemetaan Spasial untuk Pengendalian Banjir di Jalan Unggas Kota Pekanbaru

Rizki Ramadhan Husaini<sup>1\*</sup>, Muhammad Yazid<sup>2</sup>, Fadil Ananda Pratama<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Abdurrah, Jl. Riau Ujung No. 73, Pekanbaru, Riau

[\\*rizki.ramadhan@univrab.ac.id](mailto:rizki.ramadhan@univrab.ac.id)

### Abstrak

Banjir kawasan permukiman dipengaruhi oleh interaksi curah hujan, kapasitas saluran, sedimentasi, sampah, dan kontinuitas jaringan drainase. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja drainase Jalan Unggas, Kota Pekanbaru, serta menetapkan prioritas optimasinya melalui integrasi analisis hidrologi, hidraulika, dan pemetaan spasial. Data meliputi curah hujan maksimum tahunan 2015–2024, dimensi saluran, kondisi fisik, serta elevasi hasil pengukuran GPS Geodetic RTK. Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson III diuji menggunakan Chi-Square dan Smirnov–Kolmogorov. Distribusi Log Normal dipilih karena menghasilkan statistik uji terkecil ( $\chi^2 = 1,000 < 5,991$  dan  $\Delta P$  maksimum =  $0,1194 < 0,410$ ), dengan curah hujan rencana 89,125–144,543 mm untuk periode ulang 2–25 tahun. Metode Rasional dengan  $C = 0,95$ ,  $A = 20$  ha, dan  $T_c = 1,2077$  jam menghasilkan debit rencana 1,441–2,336 m<sup>3</sup>/s. Kapasitas drainase kiri eksisting sebesar 1,715 m<sup>3</sup>/s hanya memenuhi periode ulang 2 tahun, sedangkan drainase kanan sebesar 6,328 m<sup>3</sup>/s memenuhi seluruh periode ulang. Kegagalan drainase kiri diperkuat oleh sedimentasi lebih dari 50 cm, penyumbatan, dan segmen jaringan yang terputus atau belum tersedia. Desain persegi panjang berukuran 2 m × 1,5 m dengan  $n = 0,013$  dan  $S = 0,000685$  menghasilkan kapasitas 4,289 m<sup>3</sup>/s dan rasio kecukupan 1,836 pada periode ulang 25 tahun. Optimasi diprioritaskan melalui normalisasi, pemulihan kontinuitas jaringan, dan peningkatan dimensi saluran; sumur resapan serta kolam retensi ditempatkan sebagai tindakan pelengkap yang memerlukan analisis tapak dan kapasitas lebih lanjut.

**Kata Kunci:** banjir perkotaan, drainase, debit limpasan, Log Normal, QGIS, GPS Geodetic RTK

### 1. Pendahuluan

Banjir perkotaan merupakan persoalan hidrometeorologi yang semakin kompleks akibat interaksi antara curah hujan, perubahan tata guna lahan, peningkatan permukaan kedap air, dan keterbatasan infrastruktur drainase. Data Bencana Indonesia 2024 menunjukkan bahwa banjir tetap menjadi salah satu bencana yang dominan di Indonesia, sehingga pengendalian limpasan permukaan perlu ditempatkan sebagai bagian penting dalam perencanaan kawasan perkotaan [1].

Sistem drainase perkotaan berfungsi mengalirkan kelebihan air permukaan menuju saluran utama atau badan air penerima. Kinerjanya tidak hanya ditentukan oleh luas penampang, tetapi juga oleh kemiringan dasar, kekasaran saluran, kontinuitas jaringan, sedimentasi, sampah, dan ketersediaan ruang resapan. Oleh karena itu, evaluasi drainase perlu menggabungkan debit rencana, kapasitas hidraulik, kondisi fisik, dan hubungan spasial antarsegmen saluran sebagaimana ditekankan dalam pedoman desain drainase jalan [2].

Jalan Unggas, Kelurahan Simpang Tiga, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru, merupakan kawasan permukiman yang mengalami genangan saat hujan sedang hingga tinggi. Survei pendahuluan tahun 2026 menemukan endapan lebih dari 50 cm pada beberapa titik, lebar drainase kiri sekitar 1,5 m dibandingkan drainase kanan sekitar 3,5 m, segmen kiri yang rusak atau terputus pada Point 43–46 dan Point 49–55, serta tidak tersedianya saluran dari Point 55 hingga ujung Jalan Unggas. Indikator kuantitatif tersebut menunjukkan bahwa persoalan lokal tidak hanya berupa peningkatan limpasan, tetapi juga kehilangan kedalaman efektif dan terputusnya jalur pengaliran.

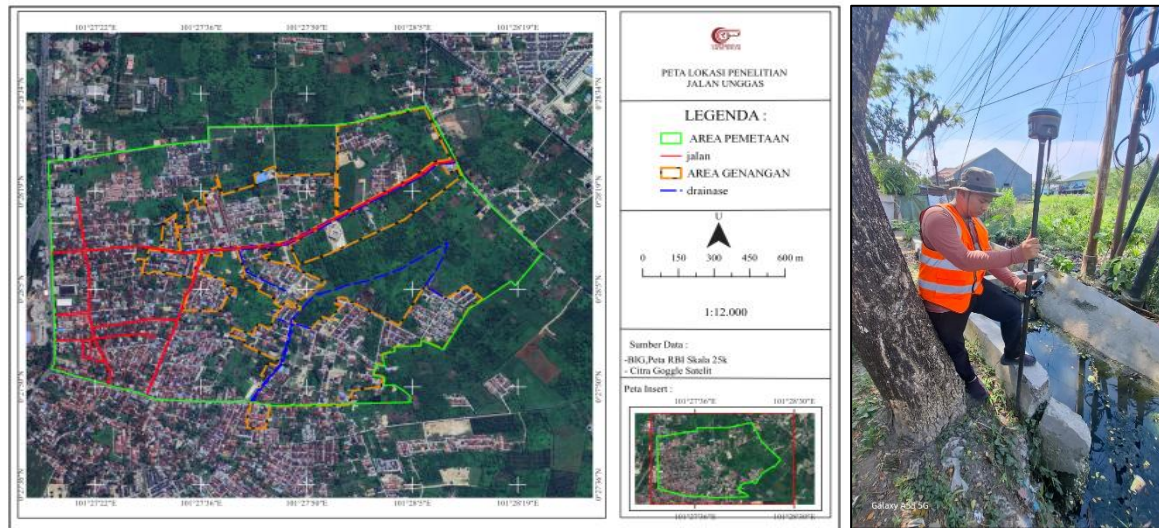
Penelitian terdahulu telah mengembangkan analisis hidrologi–hidraulika untuk optimalisasi drainase mikro [3], evaluasi kapasitas saluran perkotaan [6], serta pemanfaatan SIG untuk identifikasi daerah resapan dan genangan [4], [5]. Namun, kajian-kajian tersebut umumnya menempatkan kapasitas saluran, kondisi resapan, atau pemetaan genangan sebagai fokus yang relatif terpisah. Pada skala ruas permukiman, masih terbatas evaluasi yang secara bersamaan menilai distribusi probabilitas hujan, kapasitas hidraulik, mikro-elevasi hasil RTK, dan kontinuitas fisik setiap segmen untuk menentukan prioritas intervensi.

Kebaruhan penelitian ini terletak pada integrasi seleksi distribusi curah hujan melalui dua uji kesesuaian, perbandingan  $Q$  tampungan– $Q$  rencana, pengukuran mikro-topografi menggunakan GPS Geodetic RTK, dan pemetaan kontinuitas jaringan pada skala ruas Jalan Unggas. Tujuan penelitian dipadatkan menjadi mengevaluasi kecukupan sistem drainase eksisting dan merumuskan prioritas optimasi berbasis bukti hidrologi, hidraulika, dan spasial. Secara ilmiah, penelitian menawarkan kerangka evaluasi drainase mikro yang tidak berhenti pada kecukupan penampang, tetapi juga memasukkan hambatan fisik dan keterhubungan jaringan; secara praktis, hasilnya menyediakan dasar penentuan segmen yang harus dinormalisasi, disambungkan, atau ditingkatkan dimensinya.

## **2. Metodologi**

### **2.1. Desain Penelitian dan Data**

Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif di Jalan Unggas, Kelurahan Simpang Tiga, Kecamatan Bukit Raya, Kota Pekanbaru. Objek penelitian adalah saluran sisi kiri dan kanan jalan. Data primer terdiri atas kondisi fisik, dimensi penampang, panjang segmen, titik gangguan, dan elevasi yang diukur menggunakan GPS Geodetic RTK tipe South. Data sekunder berupa curah hujan harian maksimum tahunan 2015–2024 dari Balai Wilayah Sungai Sumatera III Pekanbaru. Unit analisis mencakup kapasitas masing-masing sisi saluran dan kontinuitas jaringannya dari titik awal hingga outlet.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian di Jl Unggas Kota Pekanbaru

## 2.2. Analisis Hidrologi dan Hidraulika

Data hujan maksimum dianalisis melalui distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson III. Statistik dasar dihitung pada data asli dan data logaritmik, meliputi rata-rata, standar deviasi, koefisien variasi, koefisien kemencengan, dan koefisien kurtosis. Kesesuaian distribusi diuji menggunakan Chi-Square dan Smirnov-Kolmogorov pada tingkat signifikansi 5%. Distribusi terpilih harus diterima oleh kedua uji dan, apabila lebih dari satu distribusi memenuhi, dipilih distribusi dengan nilai  $\chi^2$  dan  $\Delta P$  maksimum paling kecil. Curah hujan rencana kemudian dihitung untuk periode ulang 2, 5, 10, dan 25 tahun.

Intensitas hujan dihitung dengan persamaan Mononobe,  $I = (R_{24}/24) \times (24/T_c)^{(2/3)}$ , dengan  $I$  sebagai intensitas hujan (mm/jam),  $R_{24}$  sebagai curah hujan rencana 24 jam (mm), dan  $T_c$  sebagai waktu konsentrasi (jam). Perhitungan Jalan Unggas menggunakan panjang lintasan aliran 1,2 km dan  $T_c = 1,2077$  jam. Debit puncak dihitung menggunakan metode Rasional,  $Q = 0,00278CIA$ , dengan koefisien limpasan  $C = 0,95$  untuk merepresentasikan kawasan dominan kedap air, luas daerah tangkapan  $A = 20$  ha, dan  $I$  sesuai setiap periode ulang. Pemilihan metode dan parameter mengacu pada karakteristik kawasan serta pedoman desain drainase jalan [2].

Kapasitas hidraulis saluran dihitung menggunakan persamaan Manning,  $Q = A \times (1/n) \times R^{(2/3)} \times S^{(1/2)}$ , dengan  $A$  sebagai luas penampang basah,  $R = A/P$  sebagai jari-jari hidraulis,  $P$  sebagai keliling basah,  $S$  sebagai kemiringan dasar, dan  $n$  sebagai koefisien kekasaran. Kapasitas drainase eksisting dihitung dari geometri hasil pengukuran. Desain drainase kiri diuji sebagai penampang persegi panjang dengan  $b = 2$  m,  $h = 1,5$  m,  $n = 0,013$ , dan  $S = 0,000685$ . Kriteria kecukupan adalah  $Q$  tampungan  $\geq Q$  rencana dan rasio  $Q$  tampungan/ $Q$  rencana  $> 1$  pada periode ulang yang dianalisis.

## 2.3. Analisis Spasial dan Validasi Desain

Pengolahan spasial dimulai dengan memasukkan koordinat dan elevasi titik RTK, posisi saluran, titik genangan, serta lokasi sedimentasi, penyumbatan, kerusakan, dan segmen tanpa drainase ke dalam QGIS dan ArcGIS. Titik ukur dihubungkan berdasarkan urutan STA untuk membentuk trase dan profil memanjang. Selisih elevasi digunakan untuk menentukan kecenderungan arah aliran gravitasi, sedangkan tumpang-susun antara trase, area tangkapan, dan titik gangguan digunakan untuk mengidentifikasi segmen prioritas. Hasil spasial kemudian

dipindahkan ke AutoCAD Map 3D untuk menggambar detail jalan, potongan memanjang, dan alternatif penampang drainase.

Validasi desain dilakukan pada tiga tingkat, yaitu: (1) validasi hidrologi melalui distribusi yang memenuhi uji kesesuaian; (2) validasi hidraulis melalui pemenuhan  $Q$  tampungan terhadap  $Q$  rencana sampai periode ulang 25 tahun; dan (3) validasi spasial melalui kesesuaian arah aliran, elevasi, serta kontinuitas trase. Pedoman desain drainase jalan [2] digunakan sebagai acuan teknis. Pemeriksaan detail terhadap tinggi jagaan, stabilitas konstruksi, dan kecepatan izin material tetap diperlukan pada tahap desain teknis sebelum konstruksi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Kondisi Eksisting Drainase Jalan Unggas

Hasil survei menunjukkan bahwa sistem drainase Jalan Unggas belum berfungsi sebagai jaringan yang utuh. Sedimentasi lebih dari 50 cm pada beberapa titik menghilangkan lebih dari separuh kedalaman efektif saluran setinggi sekitar 1 m, sehingga luas penampang basah dan kemampuan alir menurun. Sampah domestik menambah kehilangan energi dan berpotensi membentuk penyumbatan lokal, sedangkan kerusakan serta keterputusan segmen menghentikan transfer aliran menuju saluran penerima. Dengan demikian, genangan tidak hanya disebabkan oleh dimensi yang kecil, tetapi oleh interaksi antara reduksi penampang, hambatan aliran, dan kegagalan kontinuitas.

**Tabel 1.** Ringkasan Kondisi Eksisting Drainase Jalan Unggas

Sumber: Survei Lapangan, 2026

| Aspek             | Temuan Lapangan                              | Dampak                                               |
|-------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Sedimentasi       | Endapan lebih dari 50 cm pada beberapa titik | Mengurangi kedalaman efektif dan kapasitas tampungan |
| Sampah domestik   | Sampah menyumbat aliran                      | Menghambat aliran menuju saluran utama               |
| Kerusakan saluran | Beberapa segmen rusak/terputus               | Menurunkan kontinuitas jaringan                      |
| Dimensi saluran   | Sisi kiri lebih kecil daripada sisi kanan    | Distribusi aliran tidak seimbang                     |
| Genangan          | Terjadi ketika hujan sedang hingga tinggi    | Menunjukkan kapasitas saluran tidak mencukupi        |

Berdasarkan Tabel 1, tindakan pemeliharaan dan rekonstruksi harus dibedakan. Sedimentasi dan sampah merupakan gangguan yang dapat segera dipulihkan melalui normalisasi, sedangkan segmen terputus dan area tanpa drainase memerlukan intervensi struktural. Pembedaan tersebut penting karena peningkatan dimensi pada satu segmen tidak akan efektif apabila aliran tetap berhenti pada bagian hilir yang rusak atau belum tersambung.

#### 3.2. Dimensi Drainase Eksisting dan Pemilihan Distribusi Hujan

Drainase kanan memiliki lebar sekitar 3,5 m dan tinggi sekitar 1 m sepanjang kurang lebih 1 km, sedangkan drainase kiri hanya memiliki lebar sekitar 1,5 m dan tinggi sekitar 1 m pada sejumlah segmen. Secara geometrik, perbedaan lebar tersebut menghasilkan kapasitas penampang yang tidak seimbang. Kerentanan sisi kiri meningkat karena dimensi yang lebih kecil berimpit dengan sedimentasi, penyumbatan, dan hilangnya kontinuitas jaringan.

**Tabel 2.** Dimensi Drainase Eksisting Jalan Unggas

Sumber: Survei Lapangan, 2026

| Sisi Drainase | Lebar  | Tinggi | Kondisi Umum                                                            |
|---------------|--------|--------|-------------------------------------------------------------------------|
| Kiri          | ±1,5 m | ±1 m   | Beberapa segmen terputus, tersumbat, dan tidak tersedia                 |
| Kanan         | ±3,5 m | ±1 m   | Relatif berfungsi dari simpang 4 Jalan Unggas hingga arah Jalan Labersa |

Data curah hujan maksimum 2015–2024 memiliki rata-rata 91,980 mm, standar deviasi 28,891 mm,  $C_v = 0,314$ ,  $C_s = 1,508$ , dan  $C_k = 2,677$ . Nilai  $C_s$  positif memperlihatkan distribusi data menceng ke kanan akibat curah hujan maksimum 159,5 mm pada 2023. Kondisi tersebut menegaskan bahwa pemilihan distribusi tidak cukup didasarkan pada statistik deskriptif, tetapi harus dikonfirmasi melalui uji kesesuaian probabilitas.

**Tabel 3.** Data Curah Hujan Harian Maksimum 2015–2024

Sumber: Balai Wilayah Sungai Sumatera III dan analisis data, 2026

| No              | Tahun | Hujan/R (mm) |
|-----------------|-------|--------------|
| 1               | 2015  | 79,0         |
| 2               | 2016  | 94,0         |
| 3               | 2017  | 93,0         |
| 4               | 2018  | 72,0         |
| 5               | 2019  | 65,4         |
| 6               | 2020  | 63,5         |
| 7               | 2021  | 106,2        |
| 8               | 2022  | 75,5         |
| 9               | 2023  | 159,5        |
| 10              | 2024  | 111,7        |
| Jumlah          |       | 919,800      |
| Rata-rata       |       | 91,980       |
| Standar Deviasi |       | 28,891       |
| $C_v$           |       | 0,314        |
| $C_k$           |       | 2,677        |
| $C_s$           |       | 1,508        |
| N               |       | 10           |

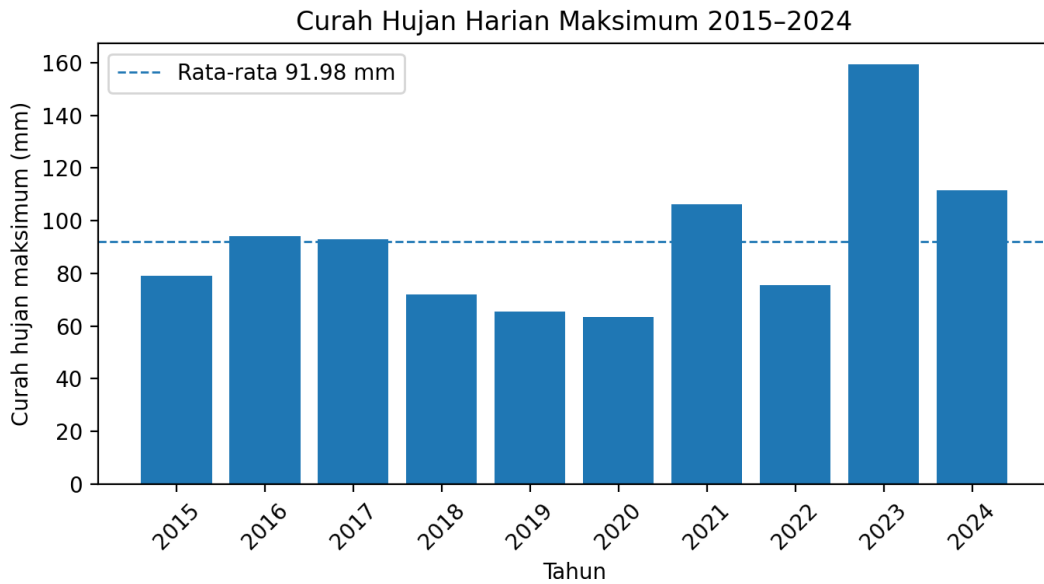
**Tabel 4.** Hasil Uji Kesesuaian Distribusi Curah Hujan

| Distribusi      | $\chi^2$ hitung | $\chi^2$ kritis | $\Delta P$ maks. | $\Delta P$ kritis | Hasil                   | Keputusan     |
|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------------|---------------|
| Normal          | 2,500           | 5,991           | 0,1290           | 0,410             | Diterima oleh kedua uji | Kandidat      |
| Log Normal      | 1,000           | 5,991           | 0,1194           | 0,410             | Diterima oleh kedua uji | Dipilih       |
| Gumbel          | 7,000           | 5,991           | 0,1214           | 0,410             | Chi-Square ditolak      | Tidak dipilih |
| Log Pearson III | 7,000           | 5,991           | 0,1197           | 0,410             | Chi-Square ditolak      | Tidak dipilih |

Sumber: Analisis Data, 2026

Tabel 4 menunjukkan bahwa distribusi Normal dan Log Normal diterima oleh uji Chi-Square karena  $\chi^2$  hitung lebih kecil daripada  $\chi^2$  kritis 5,991. Seluruh distribusi diterima oleh uji Smirnov–Kolmogorov karena  $\Delta P$  maksimum lebih kecil daripada 0,410. Distribusi Log Normal dipilih karena memberikan nilai  $\chi^2$  paling kecil (1,000) dan  $\Delta P$  maksimum paling kecil (0,1194), sehingga memberikan kecocokan gabungan terbaik. Distribusi ini menghasilkan

curah hujan rencana sebesar 89,125 mm; 113,063 mm; 127,938 mm; dan 144,543 mm untuk periode ulang 2, 5, 10, dan 25 tahun.



**Gambar 2.** Grafik Curah Hujan Harian Maksimum 2015–2024

*Sumber: Analisis Data, 2026*

Lonjakan curah hujan maksimum pada 2023 menjelaskan nilai kemencengan positif pada data. Meskipun periode data baru mencakup 10 tahun, penggunaan dua uji kesesuaian mengurangi subjektivitas pemilihan distribusi. Namun, panjang data tersebut tetap menjadi keterbatasan dan perlu diperluas pada penelitian lanjutan agar estimasi periode ulang tinggi menjadi lebih stabil.

### 3.3. Perbandingan Q Tampungan dan Q Rencana

Metode Rasional menghasilkan debit rencana sebesar 1,441 m<sup>3</sup>/s untuk periode ulang 2 tahun, 1,827 m<sup>3</sup>/s untuk 5 tahun, 2,068 m<sup>3</sup>/s untuk 10 tahun, dan 2,336 m<sup>3</sup>/s untuk 25 tahun. Kapasitas drainase kiri eksisting sebesar 1,715 m<sup>3</sup>/s, sedangkan drainase kanan sebesar 6,328 m<sup>3</sup>/s. Perbandingan tersebut menunjukkan bahwa perbedaan kinerja kedua sisi terutama dikendalikan oleh kapasitas penampang dan kondisi fisik jaringan.

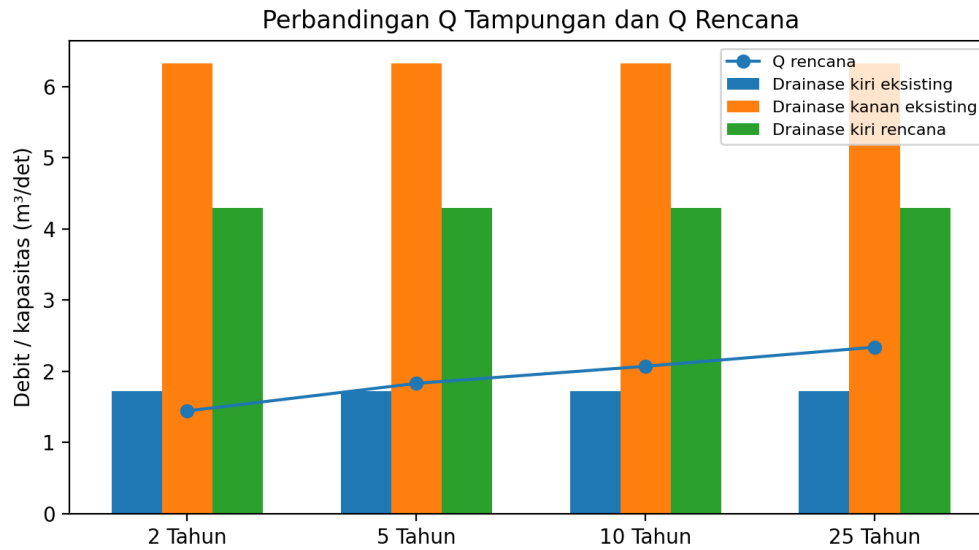
**Tabel 5.** Perbandingan Q Tampungan dan Q Rencana Drainase Eksisting

*Sumber: Analisis Data, 2026*

| Saluran        | Q Tampungan | Q2    | Status | Q5    | Status | Q10   | Status | Q25   | Status |
|----------------|-------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
| Drainase kiri  | 1,715       | 1,441 | OK     | 1,827 | Tidak  | 2,068 | Tidak  | 2,336 | Tidak  |
| Drainase kanan | 6,328       | 1,441 | OK     | 1,827 | OK     | 2,068 | OK     | 2,336 | OK     |

Berdasarkan Tabel 5, drainase kiri masih memenuhi debit periode ulang 2 tahun dengan rasio 1,190, tetapi mengalami defisit 0,113 m<sup>3</sup>/s pada periode ulang 5 tahun, 0,353 m<sup>3</sup>/s pada 10 tahun, dan 0,622 m<sup>3</sup>/s pada 25 tahun. Defisit tersebut setara dengan kekurangan kapasitas sekitar 6,2%, 17,1%, dan 26,6% terhadap debit rencana. Drainase kanan memiliki rasio kecukupan 2,709–4,393, sehingga secara hidraulis masih mencukupi. Walaupun demikian, kapasitas teoretis tidak menjamin kinerja apabila sedimentasi, sampah, atau keterputusan jaringan menghalangi aliran aktual.





**Gambar 3.** Perbandingan Q Tampung dan Q Rencana

Sumber: Analisis Data, 2026

### 3.4. Rasio Kecukupan Kapasitas dan Desain Drainase Baru

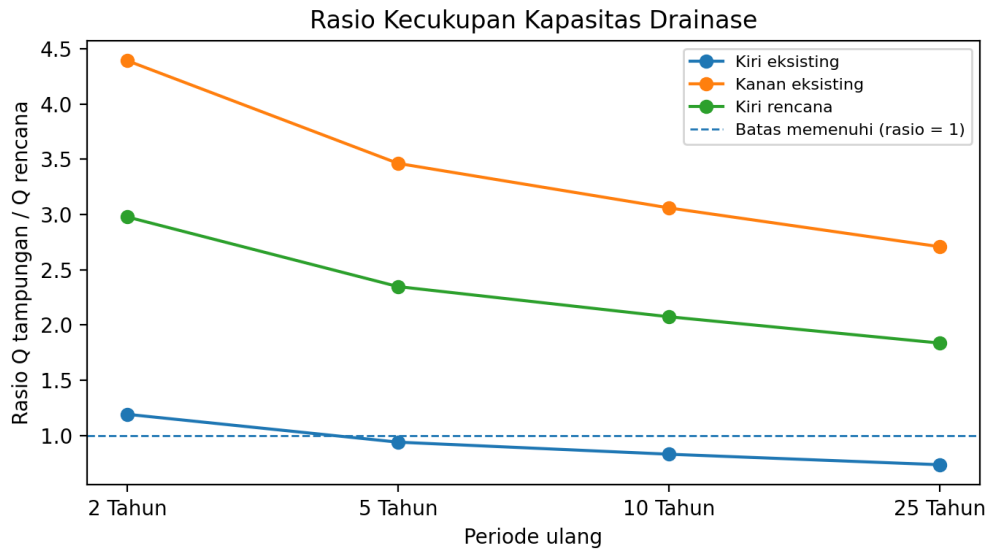
Rasio kecukupan dihitung sebagai  $Q \text{ tampung} / Q \text{ rencana}$ . Nilai lebih dari 1 menunjukkan kapasitas hidraulik mencukupi, sedangkan nilai kurang dari 1 menunjukkan defisit. Kriteria ini digunakan bersama kondisi fisik dan kontinuitas jaringan, karena saluran yang memenuhi secara penampang tetap dapat gagal berfungsi apabila outlet atau segmen penghubungnya terputus.

**Tabel 6.** Rasio Q Tampung terhadap Q Rencana

Sumber: Analisis Data, 2026

| Saluran                  | Rasio Q2 | Rasio Q5 | Rasio Q10 | Rasio Q25 | Status Umum   |
|--------------------------|----------|----------|-----------|-----------|---------------|
| Drainase kiri eksisting  | 1,190    | 0,938    | 0,829     | 0,734     | Tidak optimal |
| Drainase kanan eksisting | 4,393    | 3,463    | 3,060     | 2,709     | Memenuhi      |
| Drainase kiri rencana    | 2,978    | 2,347    | 2,074     | 1,836     | Memenuhi      |

Alternatif drainase kiri berbentuk persegi panjang dengan lebar 2 m dan tinggi 1,5 m memiliki  $A = 3 \text{ m}^2$ ,  $P = 5 \text{ m}$ , dan  $R = A/P = 0,60 \text{ m}$ . Dengan  $n = 0,013$  dan  $S = 0,000685$ , persamaan Manning menghasilkan kecepatan 1,430 m/s dan kapasitas 4,289  $\text{m}^3/\text{s}$ . Kapasitas tersebut melampaui Q25 sebesar 2,336  $\text{m}^3/\text{s}$  dengan margin 1,953  $\text{m}^3/\text{s}$  dan rasio 1,836. Dengan demikian, dimensi 2 m  $\times$  1,5 m layak sebagai alternatif hidraulik yang diuji, bukan semata-mata dipilih secara geometrik. Implementasinya tetap mensyaratkan verifikasi ruang milik jalan, tinggi jagaan, struktur saluran, dan kecepatan izin material pada desain teknis.



**Gambar 4** Rasio Kecukupan Kapasitas Drainase  
*Sumber: Analisis Data, 2026*

### 3.5. Pemetaan Spasial, Elevasi, dan Kontinuitas Saluran

Pemetaan mengintegrasikan titik koordinat dan elevasi RTK, trase drainase, posisi genangan, serta titik sedimentasi, penyumbatan, kerusakan, dan ketiadaan saluran. Data tersebut diolah di QGIS dan ArcGIS sebagai lapisan titik dan garis, kemudian disusun menurut STA untuk menghasilkan profil memanjang dan kecenderungan arah aliran. AutoCAD Map 3D digunakan untuk menggambar geometri jalan dan alternatif penampang. Alur ini membuat rekomendasi tidak hanya ditentukan oleh nilai debit, tetapi juga oleh posisi gangguan terhadap jalur aliran dan outlet.

**Tabel 7.** Data Ringkas Elevasi Drainase Jalan Unggas

*Sumber: Pengukuran GPS Geodetic RTK dan pengolahan AutoCAD Map 3D, 2026*

| Saluran        | Titik Awal | Elevasi Awal | Titik Akhir | Elevasi Akhir | Selisih Elevasi |
|----------------|------------|--------------|-------------|---------------|-----------------|
| Drainase kiri  | STA 0      | 11,89        | STA 0+627   | 10,131        | ±1,7 m          |
| Drainase kanan | STA 0      | 11,881       | STA 01+198  | 10,982        | ±0,90 m         |

**Tabel 8.** Kontinuitas Drainase Jalan Unggas

*Sumber: Pengukuran Lapangan dan AutoCAD Map 3D processing, 2026*

| Sisi  | Segmen/Titik                                     | Kondisi                                                 |
|-------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Kiri  | Point 33–43                                      | Berfungsi dengan baik                                   |
| Kiri  | Point 43–46                                      | Terputus/rusak                                          |
| Kiri  | Point 49–55                                      | Terputus dan tersumbat                                  |
| Kiri  | Point 55 sampai ujung Jalan Unggas               | Tidak tersedia drainase                                 |
| Kiri  | Point 56–57                                      | Drainase tersedia dan mengalir menuju Jalan Parit Indah |
| Kanan | Simpang 4 Jalan Unggas sampai arah Jalan Labersa | Berfungsi dengan baik                                   |

Berdasarkan Tabel 7 dan Tabel 8, drainase kiri memiliki penurunan elevasi dari 11,890 m menjadi 10,131 m, sedangkan drainase kanan menurun dari 11,881 m menjadi 10,982 m.



Perbedaan elevasi tersebut menunjukkan tersedianya potensi aliran gravitasi. Namun, Point 43–46 dan Point 49–55 yang terputus serta ketiadaan drainase setelah Point 55 memutuskan fungsi jaringan. Oleh karena itu, penyambungan trase harus mendahului atau dilaksanakan bersamaan dengan peningkatan dimensi; tanpa kontinuitas, tambahan kapasitas pada segmen hulu hanya memindahkan titik genangan ke lokasi putus berikutnya.

### 3.6. Pembahasan Strategi Optimasi

Temuan penelitian memperlihatkan bahwa kegagalan drainase Jalan Unggas bersifat majemuk: drainase kiri mengalami defisit hidraulis mulai periode ulang 5 tahun, sementara sedimentasi, sampah, dan keterputusan jaringan menurunkan kapasitas aktual. Hasil ini memperluas temuan Lucyana [10] dan Yuniarto et al. [11], yang menekankan kapasitas dan kondisi saluran, dengan menunjukkan bahwa pada skala ruas permukiman, rasio kecukupan harus dibaca bersama peta kontinuitas. Dibandingkan evaluasi Jalan Pemda Pangkalan Kerinci [6], kontribusi khusus penelitian ini adalah penggunaan titik RTK dan inventarisasi segmen untuk menghubungkan defisit debit dengan lokasi intervensi secara langsung.

Pemanfaatan GIS sejalan dengan pendekatan Cahyadi et al. [12] dan kajian kerawanan banjir berbasis spasial [7], tetapi diterapkan pada resolusi mikro untuk membedakan titik yang cukup dinormalisasi, titik yang perlu direkonstruksi, dan segmen yang harus dibangun baru. Integrasi tersebut mengurangi risiko rekomendasi yang bersifat umum karena setiap tindakan dihubungkan dengan elevasi, arah aliran, kondisi penampang, dan posisi gangguan di dalam jaringan.

Strategi optimasi disusun berjenjang. Prioritas I adalah pengerukan sedimentasi, pembersihan sampah, dan pemulihan sambungan pada titik kritis untuk mengembalikan kapasitas eksisting dan kontinuitas aliran. Prioritas II adalah membangun segmen yang belum tersedia dan meningkatkan drainase kiri menjadi 2 m × 1,5 m karena kapasitas eksisting mengalami defisit pada Q5–Q25. Prioritas III adalah pengendalian limpasan di sumber melalui sumur resapan atau kolam retensi. Berbeda dari intervensi utama, efektivitas kedua fasilitas tersebut belum dikuantifikasi dalam penelitian ini dan harus ditentukan melalui uji permeabilitas, ketersediaan lahan, volume tampungan, dan simulasi hidrologi lanjutan. Pengembangan model SWMM atau HEC-RAS sebagaimana arah kajian [8] dapat digunakan untuk menilai dampak kombinasi intervensi secara lebih rinci.

**Tabel 9.** Strategi Optimasi Drainase Jalan Unggas

| Permasalahan                              | Strategi Optimasi                               | Prioritas dan Dasar Teknis                                     |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Q tampungan drainase kiri tidak mencukupi | Peningkatan dimensi saluran menjadi 2 m × 1,5 m | Prioritas II – kapasitas kiri defisit pada Q5–Q25.             |
| Sedimentasi lebih dari 50 cm              | Pengerukan dan normalisasi berkala              | Prioritas I – memulihkan kedalaman efektif saluran.            |
| Sampah domestik menyumbat aliran          | Edukasi, pengawasan, dan pembersihan rutin      | Prioritas I – menghilangkan hambatan aliran lokal.             |
| Saluran kiri terputus atau rusak          | Rekonstruksi dan penyambungan jaringan          | Prioritas I/II – memulihkan kontinuitas jaringan.              |
| Segmen belum memiliki drainase            | Pembangunan saluran baru mengikuti elevasi      | Prioritas II – melengkapi jalur menuju outlet.                 |
| Limpasan tinggi saat hujan                | Sumur resapan dan kolam retensi                 | Prioritas III – pelengkap; perlu desain infiltrasi dan volume. |

#### 4. Kesimpulan

Penelitian menunjukkan bahwa masalah drainase Jalan Unggas merupakan kombinasi antara keterbatasan kapasitas drainase kiri dan gangguan fisik jaringan. Sedimentasi lebih dari 50 cm, sampah, kerusakan, dan segmen tanpa saluran mengurangi kedalaman efektif serta memutus aliran, sehingga evaluasi berbasis penampang saja tidak cukup untuk menjelaskan kejadian genangan.

Distribusi Log Normal dipilih berdasarkan  $\chi^2 = 1,000 < 5,991$  dan  $\Delta P$  maksimum = 0,1194 < 0,410. Debit rencana periode ulang 2, 5, 10, dan 25 tahun masing-masing sebesar 1,441; 1,827; 2,068; dan 2,336 m<sup>3</sup>/s. Drainase kiri eksisting hanya memenuhi Q2, sedangkan drainase kanan memenuhi seluruh periode ulang. Alternatif drainase kiri berukuran 2 m × 1,5 m menghasilkan kapasitas 4,289 m<sup>3</sup>/s dan rasio 1,836 terhadap Q25, sehingga memenuhi kriteria kecukupan hidraulis.

Optimasi perlu dilaksanakan berurutan melalui normalisasi dan pembersihan, penyambungan segmen terputus, pembangunan saluran pada area yang belum tersedia, kemudian peningkatan dimensi drainase kiri. Sumur resapan dan kolam retensi dapat dipertimbangkan sebagai tindakan pelengkap setelah dilakukan analisis permeabilitas, ketersediaan lahan, dan kebutuhan volume. Penelitian lanjutan perlu menggunakan seri hujan yang lebih panjang, simulasi SWMM atau HEC-RAS, analisis tinggi jagaan dan kecepatan izin, serta estimasi biaya agar alternatif dapat ditetapkan pada tingkat desain teknis dan implementasi.

#### Daftar Pustaka

- [1] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, Data Bencana Indonesia 2024. Jakarta: BNPB, 2025. [Online]. Available: <https://bnpb.go.id/>
- [2] Direktorat Jenderal Bina Marga, Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 23/SE/Db/2021 tentang Pedoman Desain Drainase Jalan: Pedoman Nomor 15/P/BM/2021. Jakarta: Kementerian PUPR, 2021.
- [3] A. T. Rahmi, I. D. Pratiwi, P. Wijayanti, R. Utomowati, G. A. Tjahjono, and L. Ronggowulan, "Optimalisasi sistem drainase mikro DAS Kali Boro melalui analisis hidrologi hidraulika untuk ketahanan banjir perkotaan," *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, vol. 9, no. 1, pp. 44–54, 2025, doi: 10.20961/jrrs.v9i1.109485.
- [4] R. R. Husaini, M. Yazid, and M. Al Amin, "Identifikasi kondisi daerah resapan air berbasis SIG: Studi kasus di Kabupaten Bengkalis," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil*, vol. 1, no. 2, pp. 58–66, 2022, doi: 10.56208/jtrs.v1.i2.hal58-66.
- [5] R. R. Husaini, R. Tisnawan, and D. Setiawan, "Analisis genangan banjir akibat pola operasional Waduk PLTA Koto Panjang berbasis sistem informasi geografis," *JEKIN: Jurnal Teknik Informatika*, vol. 4, no. 2, pp. 373–380, 2024, doi: 10.58794/jekin.v4i2.857.
- [6] R. Tisnawan, R. R. Husaini, T. H. Bagio, and J. Putra, "Analisis kinerja sistem drainase di Jalan Pemda Pangkalan Kerinci Kota," *Journal of Infrastructure and Civil Engineering*, vol. 4, no. 3, pp. 115–120, 2024, doi: 10.35583/jice.v4i3.64.
- [7] R. R. Husaini, M. Yazid, and S. R. Kurniawan, "Pemetaan wilayah kerawanan banjir di Kota Dumai berdasarkan data curah hujan dan pasang surut," *Musamus Journal of Civil Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 97–106, 2025, doi: 10.35724/mjce.v7i02.7112.
- [8] R. R. Husaini, A. Kurnain, and D. Riandi, "Kajian debit banjir rencana serta simulasi genangan menggunakan model HEC-RAS pada Sungai Kampar," *Impression: Jurnal Teknologi dan Informasi*, vol. 4, no. 3, pp. 752–762, 2025, doi: 10.59086/jti.v4i3.1390.
- [9] R. H. Abrianto, S. Subari, and A. Farid, "Strategi pengelolaan sistem drainase Perumahan Soka Park Kabupaten Bangkalan sebagai upaya pengendalian banjir," *Jurnal Sumberdaya*

- Alam dan Lingkungan, vol. 9, no. 2, pp. 46–57, 2022, doi: 10.21776/ub.jsal.2022.009.02.2.
- [10] L. Lucyana, “Analisis sistem saluran drainase pada Perumahan Baturaja Permai di Kota Baturaja Kabupaten Ogan Komering Ulu,” *Jurnal Deformasi*, vol. 5, no. 1, pp. 28–42, 2020, doi: 10.31851/deformasi.v5i1.4233.
- [11] E. Yuniarto, R. Latief, and R. Ridwan, “Arahan pengendalian terhadap banjir di Perumahan BTN Mutiara Indah Permai di Kecamatan Somba Opu Kabupaten Gowa,” *Urban and Regional Studies Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 37–44, 2023, doi: 10.35965/ursj.v6i1.
- [12] R. Cahayadi, Y. F. D. Sidabutar, N. Pohan, and H. Suciati, “Model optimalisasi pemanfaatan drainase untuk penanggulangan banjir dengan metode GIS di Kecamatan Batu Aji Kota Batam,” *Jurnal Potensi*, vol. 5, no. 2, 2025, doi: 10.37776/jpot.v15i2.1979.
- [13] J. Alviar, R. R. Husaini, and N. Pusp, “Perencanaan sumur resapan sebagai solusi penanganan banjir: Studi kasus Jalan K. H. Ahmad Dahlan Kota Pekanbaru,” *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, pp. 1–18, 2022.