

**EVALUASI KAPASITAS DRAINASE
PERKOTAAN DI JALAN GOTONG
ROYONG: STRATEGI ADAPTASI
TERHADAP RISIKO BANJIR AKIBAT
URBANISASI**

**Nur Azizah Affandy^{1,*}), Ahmad Didan
Permay Ainun Rizqy²), Bobby Damara³)**

¹Prodi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan
Teknologi, Universitas Islam Lamongan,
nurazizah@unisla.ac.id

²Prodi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan
Teknologi, Universitas Islam Lamongan
didanpermay@gmail.com

³Prodi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan
Teknologi, Universitas Islam Lamongan
bobbydamara@unisla.ac.id

ABSTRAK

Drainase perkotaan memegang peran penting dalam mengelola limpasan air hujan guna mencegah genangan dan banjir, terutama di kawasan dengan tingkat urbanisasi tinggi seperti Jalan Gotong Royong. Urbanisasi dan perubahan tata guna lahan telah meningkatkan risiko limpasan permukaan, sementara saluran drainase eksisting sering kali tidak memadai dalam menangani debit banjir yang semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase eksisting terhadap debit banjir rencana dengan menggunakan analisis hidrologi dan hidrolika. Metode yang digunakan meliputi perhitungan debit banjir rencana berdasarkan rumus rasional serta analisis hidrolika menggunakan persamaan Manning untuk menentukan kapasitas saluran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa saluran di titik 1 dan 2 tidak mampu menampung debit banjir rencana untuk periode ulang 2 tahun dan 5 tahun, sedangkan saluran di titik 3 dan 4 hanya memenuhi kapasitas untuk periode ulang 2

tahun. Ketidakesesuaian kapasitas ini menunjukkan perlunya peningkatan saluran untuk menghindari potensi banjir. Rekomendasi untuk penelitian selanjutnya mencakup pengembangan model simulasi berbasis teknologi GIS untuk mengidentifikasi area rawan banjir secara lebih komprehensif, serta pengkajian dampak perubahan tata guna lahan terhadap sistem drainase. Penelitian ini memberikan kontribusi terhadap perencanaan infrastruktur drainase yang lebih adaptif terhadap kondisi hidrologi yang dinamis.

Kata Kunci : Sistem Drainase, Genangan, Hidrologi, Hidrolika

ABSTRACT

Urban drainage systems play a crucial role in managing stormwater runoff to prevent flooding, particularly in highly urbanized areas like Gotong Royong Street. Urbanization and land-use changes have increased the risk of surface runoff, while existing drainage channels often fail to accommodate rising flood discharges. This study aims to evaluate the capacity of existing drainage channels against the design flood discharge using hydrological and hydraulic analyses. The methods include calculating the design flood discharge using the rational formula and performing hydraulic analysis with Manning's equation to assess channel capacity. The results indicate that the drainage channels at points 1 and 2 are insufficient to handle the design flood discharge for 2-year and 5-year return periods, while channels at points 3 and 4 meet the capacity requirements only for the 2-year return period. This capacity mismatch highlights the need for channel upgrades to mitigate potential flooding. Recommendations for future research include developing GIS-based simulation models to comprehensively identify flood-

prone areas and assessing the impact of land-use changes on drainage systems. This study contributes to the planning of more adaptive drainage infrastructure in response to dynamic hydrological conditions.

Keyword : Drainage System, Pond, Hydrology, Hydraulics

1. PENDAHULUAN

Banjir merupakan permasalahan yang sering terjadi di wilayah perkotaan, terutama saat musim penghujan. Masalah ini biasanya disebabkan oleh sistem drainase yang tidak mampu menampung debit limpasan, sehingga air meluap ke permukaan dan menggenangi kawasan sekitarnya (E. K. Sari & Mokhtar, 2023; Zhou et al., 2019). Seiring dengan perkembangan infrastruktur dan peningkatan jumlah penduduk, permasalahan drainase semakin kompleks (Apahdil et al., 2023). Di Kecamatan Babat, Kabupaten Lamongan, khususnya di Jalan Gotong Royong, banjir menjadi permasalahan rutin yang mengganggu aktivitas masyarakat dan merusak infrastruktur jalan.

Pembangunan hunian dan pertokoan yang pesat di sepanjang Jalan Gotong Royong telah mengurangi area resapan air hujan, sehingga genangan air sering terjadi saat hujan lebat (Ariyani & Ahmad Alghazali, 2023). Selain itu, sedimentasi dan penyumbatan saluran akibat sampah menjadi penyebab utama kerusakan sistem drainase. Akibatnya, sistem drainase tidak berfungsi secara optimal, sehingga menimbulkan genangan air yang memengaruhi arus lalu lintas, memperburuk kondisi jalan, dan merugikan masyarakat secara sosial dan ekonomi (Andimuthu et al., 2019; Ertan & Çelik, 2021; Piadeh et al., 2022).

Meskipun beberapa penelitian telah dilakukan terkait banjir dan kinerja drainase, masih sedikit kajian yang secara spesifik mengevaluasi kapasitas sistem drainase di Jalan Gotong Royong serta mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kerusakannya

(Apahdil et al., 2023; Arifin, 2018; Joyce et al., 2018; Rustan et al., 2020; Suyanto & Maulidiyah, 2023; Vishwas, 2023). Evaluasi ini penting untuk memahami sejauh mana saluran drainase eksisting dapat menangani debit limpasan dengan intensitas curah hujan tertentu dan untuk mengetahui penyebab utama kerusakan saluran (Imrona et al., 2019; S. Sari et al., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas sistem drainase di Jalan Gotong Royong dalam menampung debit limpasan pada periode ulang 10 tahun serta mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan kerusakan pada sistem drainase. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang dapat digunakan sebagai dasar perencanaan dan pengambilan kebijakan oleh pihak terkait dalam upaya mengurangi risiko banjir di wilayah tersebut.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang rumusan masalah dalam penelitian ini adalah (1) Bagaimana kemampuan saluran drainase eksisting di Jalan Gotong Royong dalam menampung debit banjir rencana pada periode ulang 2 dan 5 tahun, (2) Bagaimana kesesuaian antara debit banjir rencana hasil analisis hidrologi dengan kapasitas saluran berdasarkan analisis hidrolika, titik-titik saluran mana yang berpotensi tidak mampu menyalurkan debit rencana sehingga menimbulkan risiko genangan atau banjir, (3) Upaya teknis apa yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja sistem drainase agar lebih adaptif terhadap peningkatan limpasan permukaan.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menilai kemampuan saluran drainase eksisting di Jalan Gotong Royong dalam menampung debit banjir rencana periode ulang 2 dan 5 tahun. Kajian dilakukan dengan membandingkan debit hasil analisis hidrologi dan kapasitas saluran berdasarkan

analisis hidrolika untuk mengidentifikasi titik-titik rawan genangan. Selanjutnya, penelitian ini merumuskan upaya teknis guna meningkatkan kinerja sistem drainase agar lebih adaptif terhadap peningkatan limpasan permukaan.

1.3 Urgensi Penelitian

Penelitian ini memiliki urgensi yang tinggi karena: Kawasan Jalan Gotong Royong merupakan wilayah dengan tingkat urbanisasi yang terus meningkat, sehingga berpotensi memperbesar limpasan permukaan dan risiko banjir perkotaan. Sistem drainase eksisting belum dievaluasi secara komprehensif terhadap debit banjir rencana yang mencerminkan kondisi hidrologi terkini. Ketidakmampuan saluran drainase dalam menampung debit banjir dapat menyebabkan genangan berulang yang berdampak pada aktivitas sosial, ekonomi, dan keselamatan masyarakat.

Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar perencanaan dan pengambilan keputusan dalam peningkatan infrastruktur drainase yang lebih adaptif dan berkelanjutan. Penelitian ini juga membuka peluang pengembangan kajian lanjutan berbasis teknologi GIS dan analisis perubahan tata guna lahan untuk mitigasi banjir perkotaan secara lebih terpadu.

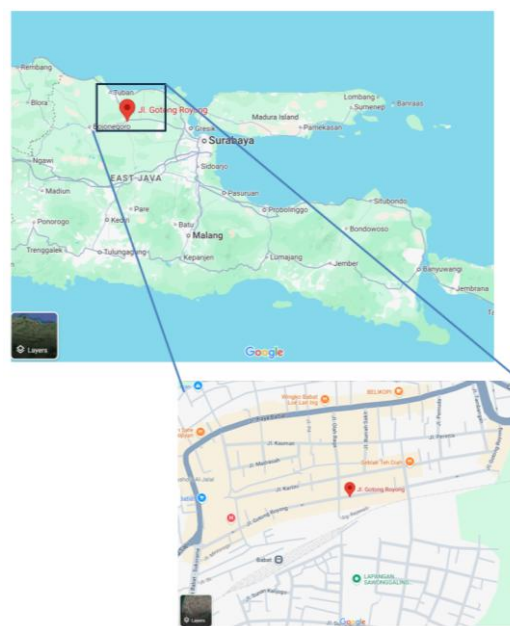
2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Jalan Gotong Royong, Kecamatan Babat, Kabupaten Lamongan. Lokasi ini merupakan area perkotaan dengan permasalahan genangan air saat hujan lebat. Penelitian ini difokuskan pada kondisi saluran drainase sepanjang jalan tersebut. Lokasi penelitian ditandai pada peta yang diambil dari *Google Earth*.

2.1 Data Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan dua jenis data utama, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari lapangan melalui pengukuran dimensi saluran drainase di lokasi penelitian.

Selain itu, dilakukan pengamatan terhadap kondisi saluran dan aliran air selama hujan untuk memahami pola aliran serta mengidentifikasi potensi genangan (E. K. Sari & Mokhtar, 2023). Wawancara dengan warga setempat dan pihak terkait juga menjadi bagian penting untuk mengetahui penyebab utama genangan di area tersebut. Sementara itu, data sekunder mencakup informasi curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir (2014–2023), yang diperoleh dari Dinas Meteorologi atau lembaga terkait, sebagai bahan analisis hidrologi. Data sekunder ini juga mencakup dokumen teknis dan literatur yang relevan tentang desain serta kapasitas saluran drainase, yang mendukung evaluasi saluran yang sudah ada. Dengan menggabungkan data primer dan sekunder, penelitian ini memiliki landasan yang kuat untuk menganalisis dan merancang solusi atas permasalahan drainase di lokasi studi.

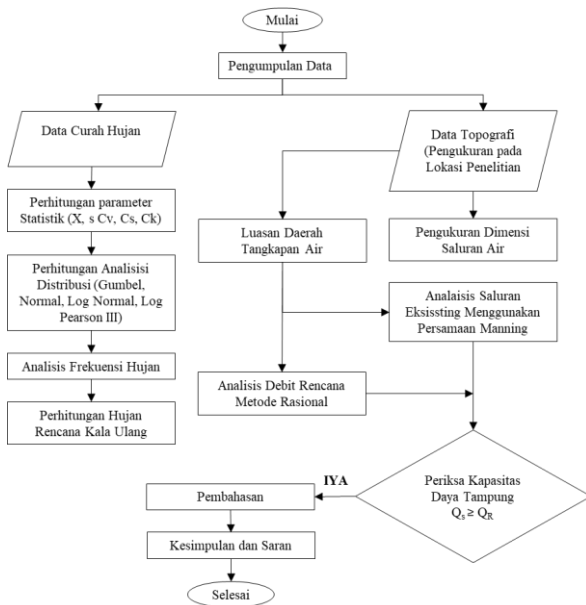


Gambar1.
Peta Lokasi Jalan Gotong Royong,
Kecamatan Babat, Kabupaten Lamongan
(Tidak Berskala)

Data yang terkumpul dianalisis secara hidrologi untuk menentukan curah hujan rancangan berdasarkan berbagai kala ulang. Berdasarkan curah hujan rancangan

tersebut, dilakukan analisis kapasitas saluran drainase menggunakan data dimensi saluran eksisting.

Hasil perhitungan ini dievaluasi untuk mengidentifikasi potensi permasalahan, seperti kapasitas saluran yang tidak mencukupi. Terakhir, penelitian diakhiri dengan menyusun kesimpulan dan rekomendasi solusi untuk memperbaiki atau merancang ulang sistem drainase agar lebih efektif.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.2 Metode Analisis Analisis Hidrologi

Dalam analisis hidrologi, data curah hujan diolah menggunakan berbagai metode distribusi statistik seperti Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel. Pendekatan ini bertujuan untuk menemukan distribusi yang paling sesuai dengan karakteristik data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun terakhir. Dari hasil analisis ini, curah hujan rancangan untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun dihitung sebagai langkah penting dalam menentukan debit rancangan. Informasi ini akan digunakan untuk mengevaluasi seberapa baik saluran drainase yang ada

mampu mengelola debit air hujan di lokasi penelitian (Reviko et al., 2024).

Analisa Frekuensi Curah Hujan

Data curah hujan merupakan data yang sangat diperlukan dalam evaluasi drainase. Curah hujan diperlukan untuk mengetahui profil muka air sungai dan untuk rancangan drainase diperlukan curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan. Menurut (Suripin, 2004) adapun distribusi curah hujan yang akan digunakan adalah :

1. Distribusi Normal

Distribusi normal dapat dijelaskan dengan menggunakan nilai rata-rata dan deviasi standar sebagai berikut :

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right] \quad (1)$$

dimana:

$P(X)$ = Estimasi nilai yang diharapkan untuk terjadi dengan periode ulang T tahun.

X = variabel variabel acak yang bersifat kontinu

μ = rata-rata nilai X.

σ = deviasi standar dari variabel X.

Adapun rumus umum untuk distribusi normal yaitu:

$$K_T = \frac{X_T - X}{S} \quad (2)$$

dimana:

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan.

X = Rata-rata nilai

S = standart daviasi

K_T = Faktor frekuensi

2. Distribusi Log Normal

Perhitungan distribusi log normal juga menggunakan tabel yang serupa dengan tabel distribusi normal. Jika variabel acak Y = log X memiliki distribusi normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Untuk analisa frekuensi curah hujan dengan metode distribusi Log Normal, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$P(X) = \frac{1}{X\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(Y-\mu_Y)^2}{2\sigma^2} \right] \quad (3)$$

Dimana :

$P(X)$ = probabilitas distribusi log normal.

X = nilai variat pengamatan.

σY = simpangan baku nilai variat Y .

μY = nilai rata-rata populasi Y .

Apabila nilai $P(X)$ direpresentasikan dalam grafik, maka peluang logaritmik akan berbentuk garis lurus, yang dapat diungkapkan sebagai model matematika dengan persamaan.

$$YT = \bar{Y} + KTS \quad (4)$$

Dimana YT merupakan estimasi nilai yang diharapkan adalah nilai yang diperkirakan akan terjadi dalam periode ulang T tahun. \bar{Y} adalah rata-rata nilai variat dihitung sebagai nilai rata-rata, sementara devias standar variat diwakili oleh S , dan K merupakan faktor frekuensi.

3. Distribusi Log Person Type III

Persamaan yang digunakan untuk menghitung curah hujan rencana menggunakan Metode *Log Person Type III* adalah sebagai berikut :

a. Mengubah data kedalam bentuk logaritmis, $X = \log X$

b. Mengitung rata-rata $\log X$

c. Menghitung harga simpangan baku

$$s = \left[\frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^2}{n-1} \right]^{0,5} \quad (5)$$

d. Mengitung koefisien G ,

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^3}{(n-1)(n-2)s^3} \quad (6)$$

e. Menghitung logaritma curah hujan dan banjir dengan menggunakan rumus yang menggambarkan periode ulang $\log XT = \log X + K.S$ (7)

Dimana K dapat direpresentasikan sebagai variabel standar (standardized variate) untuk X , yang nilainya tergantung pada koefisien kemencengan G .

4. Distribusi Gumbell

Distribusi Gumbel mempunyai fungsi sebagai distribusi eksponensial ganda yang dinyatakan dalam persamaan $X = X + sK$. Persamaan dapat digunakan untuk mengungkapkan faktor probabilitas K untuk nilai-nilai ekstrim dalam distribusi Gumbel.

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \quad (8)$$

Keterangan :

Y_n = *Reduced mean* juga tergantung pada jumlah sampel atau data, n .

S_n = *Reduced standard deviation* juga tergantung pada jumlah sampel atau data, n .

Y_{tr} = Nilai *Reduced Mean*, Y_n , merupakan fungsi dari periode ulang, *Reduced Standard Deviation*, S_n , dan *Reduced Variate*, Y_{tr} , sebagai fungsi periode ulang.

Koefisien Pengaliran

Koefisien Aliran Permukaan (C) merupakan suatu koefisien yang besarnya tergantung pada kondisi permukaan tanah, kemiringan, jenis tanah, serta lamanya hujan di daerah pengaliran.

Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan jumlah curah hujan dalam satuan waktu. Besarnya intensitas curah hujan tergantung pada lamanya curah hujan. Rumus untuk mencari intensitas curah hujan menurut Mononobe digunakan persamaan :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (9)$$

Dengan menggunakan rumus Van Breen sesuai dengan SNI 03-3424-1994, intensitas curah hujan dapat diestimasi. Rumus ini mengasumsikan bahwa curah hujan harian terjadi dalam periode 4 jam dengan jumlah hujan sekitar 90% dari total curah hujan dalam waktu 24 jam.

$$I = \frac{90\% \cdot xt}{4} \quad (10)$$

Dimana I merupakan intensitas hujan (mm/jam), T adalah lamanya hujan (jam), R_{24} adalah curah hujan maksimum dalam satu hari/selama 24 jam (mm), dan X_t adalah jumlah curah hujan selama periode ulang T tahun (mm) dalam waktu 24 jam.

Analisa Debit Rencana

Menurut (Lukman, 2018), Analisa debit rencana pada saluran drainase di wilayah perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus rasional. Analisis penampang drainase menghitung luas basah dan keliling basah penampang di drainase tersebut dan menganalisis volume penampang dengan persamaan manning. Selanjutnya menghitung debit saluran yang terjadi. Tabel berikut ini menyajikan standar desain saluran drainase berdasarkan Pedoman Drainase Perkotaan dan Standar Desain Teknis.

Tabel 1.
Standar Desain Saluran Drainase

Luas DAS (ha)	Periode Ulang (T) Tahun	Metode Perhitungan Debit Banjir
<10	2	Rasional
10-100	2-5	Rasional
101-500	5-20	Rasional
>500	10-25	Hidrograf Satuan

Sumber : (Dr. Ir. Suripin, 2004)

Perhitungan debit rencana dapat dilakukan dengan beberapa metode. Berikut ini adalah penjelasan dari metode rasional. Metode Rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh aliran curah hujan, yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase. Adapun asumsi lainnya yaitu, Metode Rasional dapat diartikan sebagai suatu pengaliran maksimum yang terjadi jika lama waktu curah hujan sama dengan waktu konsentrasi daerah alirannya. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$Q_r = 0,278 C I A \tag{11}$$

Dimana :

Q = Debit dalam m³ /det

A = Luasan daerah aliran dalam Ha

I = Intensitas curah hujan dalam mm/jam

C = Angka pengaliran

Alternatif lain dalam menggunakan rumus rasional untuk Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan tata guna lahan yang tidak homogen adalah dengan menggantikan persamaan berikut ini dengan substitusi:

$$Q_r = 0,278 I \sum_{i=1}^n C_i A_i \tag{12}$$

Catchment Area

Menurut (Rizki et al., 2017), catchment area adalah kawasan yang memiliki fungsi mengalirkan air ke saluran drainase. Daerah tangkapan air dapat dihitung berdasarkan luas jalan. Daerah tangkapan air juga merupakan daerah daratan yang dibatasi oleh punggung bukit atau batas topografi yang berfungsi untuk menerima, menyimpan, dan mengarahkan air hujan yang jatuh di atasnya ke dalam alur sungai dan terus mengalir ke anak-anak sungai dan sungai-sungai utama, yang pada akhirnya bermuara ke danau atau sungai ataupun laut.

Koefisien Limpasan

Menurut (Triatmojo, 2008) Koefisien limpasan merupakan rasio antara jumlah hujan yang langsung mengalir sebagai limpasan dengan total hujan yang terjadi. Untuk setiap bagian daerah dengan karakteristik lahan yang berbeda, koefisien limpasan dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini :

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i} \tag{13}$$

Dimana C_i adalah koefisien limpasan untuk daerah luasan, A_i merupakan luas dengan nilai C yang berbeda. $\sum A_i$ Merupakan penjumlahan dari semua luas dengan nilai C yang berbeda.

Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk menentukan acuan yang digunakan dalam menentukan dimensi hidrolis dari saluran drainase maupun bangunan pelengkap lainnya, dimana aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka maupun tertutup.

Perhitungan dan Evaluasi Kapasitas Saluran

Perhitungan kapasitas saluran dilakukan dengan menggunakan metode rasional untuk menghitung debit rancangan (Q_n) berdasarkan curah hujan rancangan yang telah ditentukan sebelumnya. Debit rancangan ini mencerminkan jumlah air hujan yang harus dapat dikelola oleh saluran drainase agar terhindar dari genangan. Setelah debit rancangan dihitung, dilakukan evaluasi kapasitas saluran dengan membandingkannya dengan debit eksisting (Q_s) untuk mengetahui apakah saluran yang ada mampu menampung aliran air tersebut. Jika kapasitas saluran eksisting lebih kecil dari debit rancangan, maka saluran berisiko mengalami kegagalan fungsi. Selain itu, proses evaluasi ini juga mencakup identifikasi potensi kerusakan serta penyebab utama kegagalan saluran, seperti sedimentasi, penyumbatan, atau dimensi saluran yang tidak memadai. Langkah-langkah ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi perbaikan yang sesuai agar sistem drainase dapat berfungsi dengan optimal.

Debit Rencana

Debit rencana adalah debit maksimum yang diperkirakan akan mengalir melalui saluran drainase. Debit ini digunakan sebagai acuan dalam merancang dimensi saluran drainase untuk menghindari terjadinya genangan. Dalam konteks drainase perkotaan dan jalan raya, debit rencana ditetapkan sebagai debit banjir maksimum dengan periode ulang 5 tahun berdasarkan pertimbangan yang relevan.

Dimensi Penampang Saluran

Menurut (Suita & Simorangkir, 2018), penampang saluran perlu direncanakan untuk mendapatkan penampang yang ideal dan efisien dalam penggunaan lahan. Penggunaan lahan yang efisien berarti memperhatikan ketersediaan lahan yang ada.

Saluran yang paling efisien adalah saluran yang dapat mengalirkan debit terbesar dengan mempertimbangkan luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan dasar yang spesifik. Menurut hukum kekekalan volume, kita memperhatikan bahwa untuk penampang melintang yang konstan, debit maksimum akan tercapai ketika kecepatan aliran mencapai titik tertinggi. (Suripin, 2004)

Penampang saluran dapat dikatakan ekonomis apabila penampang saluran yang memiliki keliling basah minimum mampu memberikan daya tampung yang maksimum kepada penampang saluran (Peraturan Menteri PU no 12, 2014). Berdasarkan persamaan kontinuitas, apabila kecepatan aliran maksimum serta luas penampang tetap maka debit maksimum yang dicapai dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan manning sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (14)$$

$$Q = A \times V \quad (15)$$

dimana :

- Q = Debit aliran (m^3/s)
- A = Luas penampang basah (m^2)
- V = Kecepatan aliran (m/s)
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- S = Kemiringan Aliran
- n = Koefisien Manning

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Primer

Data primer merupakan informasi yang diperoleh melalui survei langsung di lokasi penelitian di Jalan Gotong Royong. Data saluran yang diukur dari lapangan:

1. Lintasan aliran yang akan diteliti memiliki panjang 1.126 meter pada saluran di sebelah utara jalan dan 1.154 meter pada saluran di sebelah selatan jalan. Lintasan ini dibagi menjadi 6 titik pengamatan yang tersebar sepanjang jalan yang akan diteliti. Untuk mempermudah analisis dalam penelitian, saluran di Jalan Gotong Royong akan disajikan dalam Tabel 1.

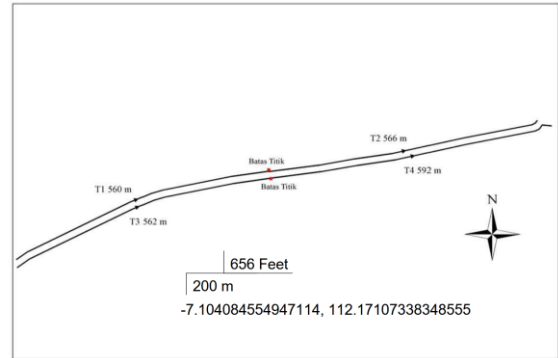
Tabel 2.
Batas Titik Saluran

Titik	Saluran utara	Titik	Saluran selatan
	Panjang (m)		Panjang (m)
T1	560	T3	562
T2	566	T4	592
Jumlah	1,126		1,154

2. Batas saluran drainase yang dianalisis.

Batas titik penelitian ditetapkan pada bagian tengah saluran sebagai pemisah antara segmen hulu dan hilir. Pada sisi hulu, saluran terdiri atas segmen T1 dengan panjang 560 m dan segmen T3 sepanjang 562 m, sedangkan pada sisi hilir terdiri atas segmen T2 sepanjang 566 m dan segmen T4

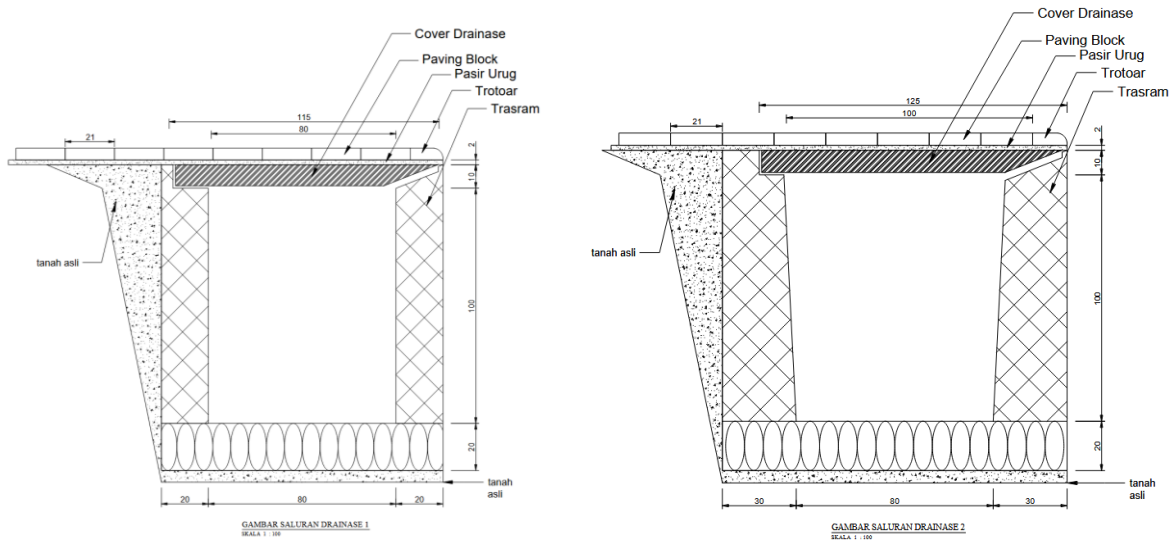
sepanjang 592 m. Pembagian segmen ini digunakan sebagai dasar evaluasi kinerja saluran drainase secara bertahap dalam menyalurkan debit aliran, sehingga potensi ketidakmampuan saluran dan risiko genangan pada setiap ruas dapat diidentifikasi secara lebih terfokus.



Gambar 3.
Batas Titik Saluran Drainase

3. Dimensi saluran drainase

Detail dan informasi terkait saluran drainase pada jalan Gotong Royong dapat dilihat dalam gambar 4.



Gambar 4.
Gambar Detail Saluran Drainase

4. Kondisi saluran drainase
Gambar identifikasi kanstin pada saluran drainase jalan Gotong Royong



Gambar 5.
Kondisi Kanstin Drainase



Gambar 6.
Kondisi Saluran Titik 1

Gambar 6 memperlihatkan hilangnya penutup saluran drainase berdampak serius pada keamanan, fungsi saluran, dan estetika lingkungan. Saluran terbuka meningkatkan risiko kecelakaan, memudahkan masuknya sampah yang menyebabkan penyumbatan, serta menambah biaya pemeliharaan. Penyebab utamanya meliputi pencurian, kerusakan akibat tekanan kendaraan berat, dan kurangnya pemeliharaan. Solusinya meliputi penggunaan material penutup yang tahan lama dan tidak menarik untuk dicuri, pengawasan lebih ketat, edukasi masyarakat untuk menjaga fasilitas bersama, serta alokasi anggaran pemeliharaan yang memadai. Langkah ini penting untuk memastikan saluran tetap berfungsi optimal dan aman bagi masyarakat.



Gambar 7.
Kondisi Saluran Titik 2

Gambar 7 menunjukkan bahwa saluran drainase yang penuh sampah menghambat aliran air, meningkatkan risiko banjir, dan mencemari lingkungan. Masalah ini sering disebabkan oleh kebiasaan membuang sampah sembarangan dan kurangnya pengelolaan sampah yang baik. Selain memicu genangan, tumpukan sampah juga menimbulkan bau tidak sedap dan menjadi sarang nyamuk. Solusinya adalah meningkatkan kesadaran masyarakat untuk menjaga kebersihan, pengelolaan sampah yang lebih efektif, dan pembersihan saluran secara rutin agar lingkungan tetap aman dan nyaman.



Gambar 8.
Kondisi Saluran Titik 3

Pada Gambar 8 dan 9, rusaknya pintu air dan perubahan fungsi saluran drainase menjadi trotoar atau tempat berjualan menimbulkan masalah serius bagi pengelolaan air. Pintu air yang rusak tidak

mampu mengatur aliran air dengan baik, sehingga meningkatkan risiko banjir di saat hujan deras. Sementara itu, saluran yang berubah fungsi menjadi tempat aktivitas lain, seperti trotoar atau lokasi berjualan, mengurangi kapasitas saluran dan sering kali menyebabkan penyumbatan akibat sampah atau material bangunan.



Gambar 9.
Kondisi Saluran Titik 4

Kondisi-kondisi seperti ini umumnya disebabkan oleh kurangnya pengawasan, perencanaan tata kota yang tidak optimal, serta lemahnya penegakan aturan. Untuk mengatasinya, diperlukan pemeliharaan

rutin pintu air, pengembalian fungsi saluran sesuai peruntukannya, dan penertiban area dengan melibatkan masyarakat untuk menjaga kelestarian infrastruktur drainase.

3.2 Analisis Hidrologi

Analisis ini menggunakan data curah hujan dari stasiun cuaca Babat Kecamatan Babat, Kabupaten Lamongan, stasiun tersebut diamati dalam periode 10 tahun dimulai dari tahun 2014 hingga tahun 2023. Analisis hidrologi meliputi analisis data curah hujan, uji kesesuaian distribusi, analisis konsentrasi hujan, analisis intensitas hujan, dan analisis debit banjir rancangan.

Analisis Data Curah Hujan

Analisis ini menggunakan data curah hujan untuk menentukan nilai rata-rata curah hujan tahunan dari stasiun hujan di Lamongan selama periode 10 tahun (2014–2023). Tiga metode yang digunakan dalam analisis ini adalah distribusi Gumbel, distribusi normal, dan distribusi log Pearson tipe III. Hasil analisis data curah hujan disajikan dalam tabel-tabel berikut.

Tabel 3.
Data Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	ΣXi
2014	30	57	43	12	19	36	6	0	0	43	70	105	35.1
2015	59	64	31	53	49	24	0	0	0	0	8	108	33
2016	32	58	93	93	47	64	9	24	10	46	77	17	47.5
2017	93	64	37	35	24	9	38	33	4	51	43	54	40.4
2018	9	63	60	18	11	41	0	0	0	0	47.5	45	24.5
2019	25	56	91	57	50	11	19	0	0	2	44	43	33.2
2020	52	67	80	152	83	8	7	74	9	35	76	41	57
2021	42	62	53	31	3	15	1	32	57	36	95	65	41
2022	65	31	64	37	31	45	45	57	31	74	49	35	47
2023	65	64	30	54	15	0	25	0	0	0	47.6	42	28.5
ΣXi													387.1

Tabel 3 menyajikan data curah hujan tahunan rata-rata selama satu dekade dari 2014 hingga 2023 di stasiun Babat Kabupaten Lamongan. Tabel ini menunjukkan variasi curah hujan setiap

tahun, dengan nilai terendah sebesar 28.5 mm pada tahun 2023 dan tertinggi 57 mm pada tahun 2020, dengan total kumulatif 387.1 mm.

1. Distribusi Normal

Distribusi Normal, juga dikenal sebagai Distribusi Gaussian atau Distribusi Bell Curve, adalah salah satu jenis distribusi probabilitas yang paling umum yang digunakan dalam statistik. Distribusi Normal sering digunakan untuk memodelkan fenomena alami dan sosial yang simetris dan berpusat pada nilai rata-rata.

Tabel 4.

Analisis Frekuensi Distribusi Normal

No	Tahun	Xi	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
7	2020	57	18.29	334.5	6118.44	111906.37
3	2016	47.5	8.79	77.2	679.15	5969.74
9	2022	47	8.29	68.7	569.72	4723.01
8	2021	41	2.29	5.2	12.08	27.5
4	2017	40.4	1.69	2.8	4.82	8.15
1	2014	35.1	-3.61	13.0	-47.04	169.83
6	2019	33.1	-5.61	31.4	-176.55	990.49
2	2015	33	-5.71	32.6	-186.16	1063.02
10	2023	28.5	-10.21	104.2	-1064.33	10866.83
5	2018	24.5	-14.21	201.9	-2869.34	40773.34
N=10	Σ	387.1	0	871.85	3040.79	176498.28

Selanjutnya perhitungan distribusi normal, diperlukan nilai rata-rata nilai curah hujan dan standar deviasi serta parameter statistik. Dengan menggunakan persamaan (1) didapat nilai curah hujan rata-rata (X) adalah 38.71 mm. Adapun parameter statistik untuk perhitungan distribusi normal didapat nilai Standar Deviasi (S) adalah 9.84, Koefisien Variasi (Cv) sebesar 0.25, Koefisien Kemencengan (Cs) sebesar -0.45 dan Koefisien Kurtosis (Ck) sebesar 26.14.

Tabel 5.

Analisis Frekuensi Distribusi Normal

No	Periode Ulang (T) Tahun	Kt	X	S	Curah Hujan (Xt) (mm)
1	2	0	38.71	9.84	38.71
2	5	0.84	38.71	9.84	46.97
3	10	1.28	38.71	9.84	51.30
4	25	1.64	38.71	9.84	54.84
5	50	2.05	38.71	9.84	58.88

Nilai faktor frekuensi (KT) dapat ditentukan dengan merujuk pada tabel nilai variabel reduksi Gauss yang terdapat di dalamnya dengan rumus $X_T = K_T \cdot S$

Hasil perhitungan untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun dengan Metode distribusi frekuensi normal dapat dilihat pada Tabel 5.

2. Distribusi Log Normal

Tabel 6.

Analisis Frekuensi Distribusi Log Normal

No	Tahun	Curah Hujan Xi	Log Xi	Log Xi - Log X	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³	(Log Xi - Log X) ³
1	2020	57	1.755	0.181	0.033	0.0059	0.0010
2	2016	47.5	1.676	0.102	0.010	0.0010	0.0001
3	2022	47	1.672	0.097	0.009	0.0009	8,8894
4	2021	41	1.612	0.038	0.001	5.3582	2,0200
5	2017	40.4	1.606	0.031	0.001	3.0664	9,5979
6	2014	35.1	1.545	-0.033	0.001	-2.6198	7,7808
7	2019	33.1	1.519	-0.055	0.003	-0.0001	9,2844
8	2015	33	1.518	-0.057	0.003	-0.0001	1,0190
9	2023	28.5	1.454	-0.120	0.014	-0.0017	0,0002
10	2018	24.5	1.389	-0.186	0.034	-0.0064	0,0011
N=10		387.1	15.74	0.00	0.11	0.0005	0.0026

Seperti perhitungan distribusi normal, untuk menghitung distribusi Log Normal, diperlukan nilai rata-rata curah hujan dan standar deviasi serta parameter statistik untuk fungsi log. Adapun nilai curah hujan rata-rata (X) adalah 37.15 mm. Sedangkan parameter statistik untuk perhitungan distribusi log normal didapat nilai Standar Deviasi (S) adalah 0.006, Koefisien Variasi (Cv) sebesar 0.0038, Koefisien Kemencengan (Cs) sebesar 0.031 dan Koefisien Kurtosis (Ck) sebesar 2.466.

Tabel 7.

Hasil Analisis Frekuensi Distribusi Log Normal

No	Periode Ulang (T) Tahun	Kt	X	S	Curah Hujan (Xt) (mm)
1	2	0	1.57	0.006	37.15
2	5	0.84	1.57	0.006	37.58
3	10	1.28	1.57	0.006	37.75
4	25	1.64	1.57	0.006	38.01
5	50	2.05	1.57	0.006	38.19

Selanjutnya, dilakukan perhitungan analisa curah hujan menggunakan metode Log Normal ($Y_T = Y + K_T \cdot S$). Adapun, untuk curah hujan yang direncanakan yang diperoleh adalah $X = 10^{Y_T}$. Hasil

perhitungan untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 berdasarkan perhitungan menggunakan metode log normal dapat dilihat pada Tabel 7.

3. Distribusi Log Person III

Tabel 8.
Analisis Frekuensi Distribusi Log Person III

No	Tahun	Curah Hujan Xi	Log Xi	Log Xi-Log X	(Log Xi-Log X) ²	(Log Xi-Log X) ³	(Log Xi-Log X) ⁴
1	2020	57	1.755	0.180	0.032	0.006	0.001
2	2016	47.5	1.676	0.101	0.010	0.001	0.000
3	2022	47	1.672	0.097	0.009	0.001	8.889
4	2021	41	1.612	0.037	0.001	5.358	2.020
5	2017	40.4	1.606	0.031	0.001	3.066	9.598
6	2014	35.1	1.545	-0.029	0.0001	-2.619	7.781
7	2019	33.1	1.519	-0.055	0.003	-0.000	9.284
8	2015	33	1.518	-0.056	0.003	-0.000	1.019
9	2023	28.5	1.454	-0.120	0.014	-0.002	0.000
10	2018	24.5	1.389	-0.185	0.034	-0.006	0.001
N=10	Σ	387.1	15.75	0.00	0.11	0.0005	0.003

Dalam perhitungan distribusi Log Person III didapat nilai curah hujan rata-rata (X) adalah 37.15 mm. Sedangkan parameter statistik untuk perhitungan distribusi Log Person III didapat nilai Standar Deviasi (S) adalah 0.11, nilai G adalah 0.23, Koefisien Variasi (Cv) sebesar 0.07, Koefisien Kemencangan (Cs) sebesar 0.031 dan Koefisien Kurtosis (Ck) sebesar 2.466.

Tabel 9.
Nilai K Koefisien Kemencangan (G) Periode Ulang (T)

No	Periode Ulang (T)	Koefisien (G)	Nilai K
1	2	0.23	0.049
2	5	0.23	0.842
3	10	0.23	1.822
4	25	0.23	1.751
5	50	0.23	2.051

Perlu diingat bahwa nilai perkiraan koefisien kemiringan (G) dapat bervariasi tergantung pada metode estimasi yang digunakan dan data yang diamati. Dalam analisis hidrologi, Didapatkan koefisien

kemiringan (G) sebesar 0,23, Oleh karena itu, nilai tabel harga untuk periode ulang T dapat akan dicari menggunakan metode interpolasi. Berikut adalah tabel koefisien G dengan nilai K yang terkait:

Setelah melakukan perhitungan nilai koefisien kemencangan (G) dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahun, nilai harga K dapat ditemukan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan frekuensi curah hujan menggunakan rumus Log Pearson III pada persamaan (7). Hasil perhitungan untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 adalah sebagai dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10.
Hasil Analisis Frekuensi Distribusi Log Person III

No	Periode Ulang (T) Tahun	K	X	S	Curah Hujan (Xt) (mm)
1	2	0.049	1.57	0.11	37.58
2	5	0.842	1.57	0.11	45.91
3	10	1.822	1.57	0.11	58.88
4	25	1.751	1.57	0.11	57.80
5	50	2.051	1.57	0.11	62.37

4. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel merupakan salah satu distribusi probabilitas yang umum digunakan dalam analisis hidrologi. Dalam perhitungan distribusi Gumbel didapat nilai curah hujan rata-rata (X) adalah 38.71 mm. Sedangkan parameter statistik untuk perhitungan Gumbel didapat nilai Standar Deviasi (S) adalah 9.84, Koefisien Variasi (Cv) sebesar 0.25, Koefisien Kemencangan (Cs) sebesar -0.45 dan Koefisien Kurtosis (Ck) sebesar 26.14.

Setelah memperoleh nilai rata-rata curah hujan dan deviasi standarnya, maka didapatkan nilai *Reduced Mean (Yn)*, *Reduced Standard Deviation (Sn)* dan *Reduced Variate (Ytr)*. Adapun nilai *Ytr*, *Yn*, dan *Sn* yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 11.
Analisis Frekuensi Distribusi Gumbel

No	Tahun	Xi	(Xi-X)	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(Xi-X) ⁴
7	2020	57	18.29	334.52	6118.44	111906.37
3	2016	47.5	8.79	77.26	679.15	5969.74
9	2022	47	8.29	68.72	569.72	4723.01
8	2021	41	2.29	5.24	12.08	27.5
4	2017	40.4	1.69	2.85	4.82	8.15
1	2014	35.1	-3.61	13.03	-47.04	169.83
6	2019	33.1	-5.61	31.47	-176.55	990.49
2	2015	33	-5.71	32.6	-186.16	1063.02
10	2023	28.5	-10.21	104.24	-1064.33	10866.83
5	2018	24.5	-14.21	201.92	-2869.34	40773.34
N=10	Σ	387.1	0	871.85	3040.79	176498.28

Tabel 12.
Nilai Yn, Sn, dan Ytr untuk Periode Ulang

No	Periode Ulang (T)	Jumlah Tahun (n)	Yn	Sn	Ytr
1	2	10	0.495	0.949	0.3668
2	5	10	0.495	0.949	1.5004
3	10	10	0.495	0.949	2.2510
4	25	10	0.495	0.949	3.1993
5	50	10	0.495	0.949	3.9028

Nilai curah hujan rencana untuk periode ulang 2, 5, 10, 25 dan 50 tahun yang direncanakan setelah mendapat nilai Yn, Sn, dan Ytr dengan distribusi Gumbel sebagai berikut:

$$X_{tr} = X + \left(\frac{Y_{tr} - Y_n}{s_n} \cdot S \right) \quad (16)$$

Nilai yang dihasilkan dari analisis metode Gumbel adalah sebagai berikut: untuk kala ulang 2 tahun, diperoleh nilai 37.18 mm; untuk kala ulang 5 tahun, diperoleh nilai 48.34 mm; untuk kala ulang 10 tahun, diperoleh nilai 55.73 mm; untuk kala ulang 25 tahun, diperoleh nilai 65.05 mm; dan untuk kala ulang 50 tahun, diperoleh nilai 71.98 mm.

Berdasarkan perhitungan ke-empat metode distribusi, yaitu Normal, Log Normal, Log Pearson III dan Gumbel, maka didapatkan hasil data Curah Hujan (Xtr) pada Tabe.13

Tabel 13.
Nilai Curah Hujan Rencana (Xtr) dengan Distribusi Frekuensi

Periode Ulang (T)	Normal (mm)	Log Normal (mm)	Log Person III (mm)	Gumbel (mm)
2	38.71	37.15	37.58	37.18
5	46.97	37.58	45.91	48.34
10	51.30	37.75	58.88	55.73
25	54.84	38.01	57.80	65.05
50	58.88	38.19	62.37	71.98

Hasil analisis distribusi curah hujan untuk berbagai periode ulang menunjukkan nilai curah hujan rencana (Xtr) yang dihitung menggunakan empat model distribusi frekuensi yang berbeda: Normal, Log Normal, Log Pearson III, dan Gumbel. Pada periode ulang 2 tahun, nilai curah hujan rencana bervariasi antara 37.15 mm hingga 38.71 mm, tergantung pada model yang digunakan. Untuk periode ulang yang lebih lama, seperti 50 tahun, nilai curah hujan rencana meningkat, dengan rentang antara 38.19 mm pada distribusi Log Normal hingga 71.98 mm pada distribusi Gumbel. Perbedaan ini menunjukkan bagaimana pilihan model distribusi dapat memengaruhi estimasi curah hujan rencana dan pentingnya pemilihan model yang sesuai untuk merencanakan infrastruktur dan mitigasi bencana di masa depan.

Tabel 14.
 Nilai Uji Dispersi Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_s = 0$	-0.45	Tidak Memenuhi
	$C_k = 3$	26.14	Tidak Memenuhi
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v = 0.162$	0.114	Tidak Memenuhi
	$C_k = C_v^3 + 6C_v^3 + 15C_v^4 + 6C_v^3 + 3 = 3.047$	3.31	Tidak Memenuhi
Log Person III	$C_s \neq 0$	0.031	Memenuhi
	$C_k \neq 0$	2.46	Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1.14$	-0.45	Tidak Memenuhi
	$C_k = 5.4$	26.14	Tidak Memenuhi

Tabel 14 menunjukkan hasil uji dispersi distribusi frekuensi curah hujan menunjukkan bahwa distribusi Log Pearson III adalah model yang paling sesuai untuk data curah hujan yang diuji, dengan nilai koefisien kemencengan (C_s) sebesar 0.031 dan koefisien kurtosis (C_k) 2.46 yang memenuhi kriteria yang ditetapkan. Sementara itu, distribusi Normal, Log Normal, dan Gumbel tidak memenuhi syarat, karena nilai C_s dan C_k mereka tidak sesuai dengan kriteria yang diharapkan, seperti pada distribusi Normal dan Gumbel yang keduanya memiliki nilai C_s -0.45 dan C_k 26.14, serta distribusi Log Normal yang memiliki nilai C_s 0.114 dan C_k 3.31. Dengan demikian, distribusi Log Pearson III lebih cocok untuk menggambarkan distribusi curah hujan dalam studi ini.

3.3 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah estimasi volume air yang diperkirakan mengalir selama kejadian banjir di suatu daerah, dan perencanaan yang akurat sangat penting untuk pengelolaan banjir serta desain infrastruktur drainase seperti saluran, tanggul, dan bendungan. Perhitungan debit banjir rencana dilakukan dengan menggunakan rumus rasional, yang menghubungkan curah hujan, luas area yang teraliri air, dan koefisien aliran. Dalam analisis drainase, perhitungan area permukaan basah, keliling permukaan basah, serta volume penampang saluran

menggunakan persamaan Manning dilakukan untuk mengetahui kapasitas saluran drainase dalam mengalirkan air. Estimasi yang tepat memungkinkan desain infrastruktur yang efisien, mencegah kerusakan akibat banjir, dan memastikan pengaliran air hujan dengan aman.

Tabel 15.
 Data Debit Rencana

Data Hidrologi	Notasi	Satuan	Saluran Sekunder
Periode Ulang			4
Luas Cathment Area	A	Ha	18.64
Curah Hujan rencana	R	mm/hari	(2 th) 37.58 (5 th) 45.91 (10 th) 58.88 (25 th) 57.80 (50 th) 62.37
Koef.Limpasan Rata-rata	C		0.95
Slope/Kemiringan Saluran	S		0.02

Hubungan antara variasi campuran abu terbang (*fly ash*) dengan penyerapan adalah sebesar 0.734. Kontribusi yang disumbangkan variasi *fly ash* terhadap penyerapan sebesar 0.539 atau 53.9% hal ini berarti variabel variasi *fly ash* mempengaruhi nilai penyerapan sebesar 53.9%. Nilai dari *std. Error of the estimate* adalah sebesar 1.217. Hal ini menunjukkan penyimpangan antara persamaan regresi dengan nilai *dependent rill* sebesar 1.217. semakin kecil nilai *std. Error of the estimate*

maka semakin baik persamaan tersebut sebagai Tabel 6 menunjukkan hasil perhitungan debit banjir rencana untuk

berbagai saluran dengan intensitas hujan pada periode waktu yang berbeda, yaitu 5, 10, 25, dan 50 tahun.

Tabel 16.
Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana

Saluran	Intensitas (mm/jam)				Q Banjir m ³ /det			
	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun
1	3.12	4.01	3.93	4.24	0.153	0.197	0.193	0.208
2	3.10	3.98	3.91	4.22	0.152	0.195	0.192	0.207
3	3.11	3.99	3.92	4.23	0.153	0.194	0.193	0.208
4	3.38	3.89	3.85	4.12	0.166	0.195	0.185	0.202

Debit banjir yang dihitung dalam satuan m³/detik menunjukkan kapasitas aliran air yang dapat dihadapi oleh masing-masing saluran dalam kondisi curah hujan tertentu. Misalnya, saluran pertama dengan intensitas hujan 5 tahun memiliki debit banjir sebesar 0.153 m³/detik, sementara pada intensitas hujan 50 tahun debitnya meningkat menjadi 0.208 m³/detik. Perhitungan ini penting untuk merancang saluran drainase yang mampu menangani volume air pada berbagai skenario curah hujan, sehingga dapat mencegah terjadinya banjir dan kerusakan infrastruktur di masa depan. Data ini berasal dari hasil penelitian tahun 2024 yang memberikan gambaran tentang kapasitas drainase yang dibutuhkan di daerah tersebut.

3.4 Analisa Hidrolika

Analisis hidrolika adalah proses untuk mempelajari aliran fluida, khususnya air, dalam sistem saluran, sungai, atau lingkungan hidrologi lainnya. Tujuan utama analisis hidrolika adalah memahami perilaku aliran air, termasuk kecepatan, tekanan, distribusi aliran, dan perubahan parameter hidrolis sepanjang saluran.

1. Menghitung luas penampang basah (*A*)
 $A = b \cdot h$
 $= 1 \cdot 0.45 = 0.45 \text{ m}^2$
2. Menghitung Keliling basah (*P*)
 $P = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$
 $= 1 + 2 \cdot 0.45\sqrt{1 + 0.64}$
 $= 2.152 \text{ m}$

3. Menghitung jari-jari hidrolis (*R*)

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

$$= \frac{0.45 \text{ m}^2}{2.152 \text{ m}}$$

$$= 0.209 \text{ m}$$

4. Menghitung kecepatan aliran (*V*)

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

$$= \frac{1}{2} (0.209)^{\frac{2}{3}} (0.02)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 0.24 \text{ m/det}$$

Analisis Kapasitas Penampang Saluran
Tabel 17.

Kondisi Eksisting Saluran Drainase Pada Titik 1 dan 2 Jalan Gotong Royong

Dimensi Saluran	Notasi	Satuan	Hasil
Konstruksi			Pas.batu bata
Bentuk			Trapesium
Lebar saluran	b	m	1
Lebar bawah saluran	B	m	0.8
Dalam saluran total	H	m	1
Kedalaman Air	h	m	0.45
Kemiringan dasar saluran	s		0.02

Perhitungan daya tampung debit saluran dapat dihitung dengan rumus debit aliran (*Qs*).

$$Q = V \cdot A$$

$$= 0.24 \cdot 0.45$$

$$= 0.108 \text{ m}^3/\text{det}$$

Tabel 18.
Kondisi Eksisting Saluran Drainase Pada Titik 3 dan 4 Jalan Gotong Royong

Dimensi Saluran	Notasi	Satuan	Hasil
Konstruksi			Pas.batu bata
Bentuk			Persegi
Lebar saluran	b	m	0.8
Dalam saluran total	H	m	1
Kedalaman Air	h	m	0.65
Kemiringan dasar saluran	s		0.02

Dengan menggunakan cara perhitungan yang sama dengan Titik 1 dan 2, kondisi eksisting saluran drainase pada Titik 3 dan 4 memiliki luas penampang basah (A) 0.52 m^2 , Keliling basah (P) 2.1 m , jari-jari hidrolis (R) 0.247 m , sehingga didapat nilai kecepatan aliran (V) sebesar 0.27 m/det . Berdasarkan data-data ini, perhitungan daya tampung debit saluran dapat dihitung dengan nilai Q_s adalah $0.140 \text{ m}^3/\text{det}$.

Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan nilai daya tampung debit saluran (Q_s) pada saluran titik 1 dan titik 2 sebesar $0.108 \text{ m}^3/\text{detik}$ sedangkan pada saluran titik 3 dan titik 4 sebesar $0.140 \text{ m}^3/\text{det}$ maka dapat dilihat apakah debit banjir rencana (Q_r) mampu menampung debit banjir rencana. Setelah membandingkan nilai debit saluran (Q_s) dengan nilai debit banjir rencana (Q_r), dapat diketahui apakah drainase pada Jalan Gotong Royong mampu menampung limpasan air hujan.

Periode ulang 2 tahun

Analisis drainase dengan periode ulang 2 tahun bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas saluran dalam menangani debit air hujan yang diperkirakan terjadi setiap dua tahun sekali. Jika debit saluran aktual lebih kecil dari debit banjir rencana, saluran dianggap tidak memenuhi kapasitas dan perlu diperbaiki. Sebaliknya, jika debit saluran cukup, sistem drainase dianggap mampu mencegah banjir pada periode tersebut. Analisis ini penting untuk

memastikan saluran drainase efektif mengatasi potensi banjir

Tabel 19.
Rekapitulasi Banjir Dengan Periode Ulang 2 Tahun yang di Tinjau Pada Drainase Jalan Gotong Royong.

Saluran	2 tahun		Keterangan
	Q_s Saluran (m^3/det)	Q_r Rencana (m^3/det)	
Titik 1	0.108	0.126	Tidak memenuhi
Titik 2	0.108	0.109	Tidak memenuhi
Titik 3	0.140	0.125	Memenuhi
Titik 4	0.140	0.122	Memenuhi

Tabel 19. menunjukkan hasil analisis drainase pada Jalan Gotong Royong dengan periode ulang 2 tahun. Di titik 1 dan 2, debit saluran (Q_s) lebih kecil dari debit banjir rencana (Q_r), yang berarti kapasitas saluran tidak memenuhi kebutuhan dan berisiko menyebabkan banjir. Sementara itu, di titik 3 dan 4, debit saluran cukup untuk menangani debit air hujan yang direncanakan, sehingga saluran di kedua titik tersebut sudah memenuhi standar. Hasil ini menunjukkan bahwa perbaikan diperlukan di titik 1 dan 2 untuk mencegah potensi masalah drainase.

Setelah melakukan analisis dengan menggunakan periode ulang 2 tahun untuk mengevaluasi drainase Jalan Gotong Royong, ditemukan bahwa hanya titik 1 dan 2 yang memiliki nilai daya tampung debit saluran (Q_s) yang lebih kecil daripada debit banjir rencana (Q_r)

Periode ulang 5 tahun

Analisis drainase dengan periode ulang 5 tahun bertujuan untuk menilai kapasitas saluran dalam menangani debit air hujan yang diperkirakan terjadi sekali dalam lima tahun. Periode ulang ini digunakan untuk merancang sistem drainase yang mampu mengatasi kejadian hujan dengan

intensitas tinggi yang jarang terjadi, namun berpotensi menimbulkan banjir. Jika debit saluran aktual lebih kecil dari debit banjir rencana untuk periode 5 tahun, maka saluran dianggap tidak memadai dan perlu diperbaiki. Sebaliknya, jika debit saluran cukup besar, saluran tersebut dinilai mampu menangani banjir dengan baik. Analisis ini penting untuk merancang infrastruktur drainase yang tahan terhadap kejadian cuaca ekstrem dalam jangka waktu lebih panjang.

Tabel 20.

Rekapitulasi Banjir Dengan Periode Ulang 5 Tahun yang di Tinjau Pada Drainase Jalan Gotong Royong.

Saluran	5 tahun		
	Qs Saluran (m ³ /det)	Qr Rencana (m ³ /det)	Keterangan
Titik 1	0.108	0.153	Tidak memenuhi
Titik 2	0.108	0.152	Tidak memenuhi
Titik 3	0.140	0.153	Tidak memenuhi
Titik 4	0.140	0.166	Tidak memenuhi

Sumber : Hasil Perhitungan, 2024

Tabel 20 merupakan hasil analisis drainase dengan periode ulang 5 tahun pada drainase Jalan Gotong Royong menunjukkan bahwa semua titik yang dianalisis tidak memenuhi kapasitas yang dibutuhkan. Debit saluran aktual (Qs) di titik 1 dan 2 adalah 0.108 m³/detik, sementara debit banjir rencana (Qr) untuk kedua titik tersebut adalah 0.153 m³/detik dan 0.152 m³/detik, yang berarti kapasitas saluran lebih kecil daripada yang diperlukan. Begitu juga di titik 3 dan 4, dengan debit saluran aktual masing-masing 0.140 m³/detik, sementara debit banjir rencana adalah 0.153 m³/detik dan 0.166 m³/detik. Hal ini menunjukkan bahwa drainase pada titik-titik tersebut tidak cukup untuk menangani debit air yang diharapkan selama kejadian hujan dengan periode ulang 5 tahun, sehingga perlu dilakukan perbaikan atau peningkatan

kapasitas saluran untuk mencegah potensi banjir.

Untuk membandingkan hasil analisis drainase yang telah dilakukan dengan riset yang sudah ada sebelumnya, kita dapat mengacu pada penelitian-penelitian terkait kerusakan sistem drainase dan faktor-faktor yang memengaruhi kinerja drainase, seperti perubahan tata guna lahan, kerusakan fisik saluran, serta penumpukan sampah.

1. Kerusakan Lingkungan dan Perubahan Tata Guna Lahan

Penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh (Hu et al., 2020), menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan di kawasan perkotaan dapat mengurangi daya serap tanah terhadap air hujan, yang mengarah pada peningkatan limpasan permukaan. Pembangunan yang tidak terkendali sering kali memperbesar kawasan yang teraspal atau terbeton, memperburuk kapasitas saluran drainase untuk mengalirkan air. Ini sejalan dengan temuan dalam analisis drainase di Jalan Gotong Royong yang menunjukkan bahwa perkerasan tanah mengurangi resapan air dan memperburuk aliran ke saluran drainase.

2. Kerusakan Sistem Drainase

Dalam riset oleh (de Oliveira et al., 2022; Mugume et al., 2015), ditemukan bahwa kerusakan fisik pada saluran drainase, seperti hilangnya stabilitas pondasi atau rusaknya struktur saluran, dapat menyebabkan kegagalan sistem drainase dalam mengalirkan air hujan. Penelitian tersebut mencatat bahwa penurunan kualitas struktur saluran drainase sering mengakibatkan genangan air yang memperburuk kondisi permukaan jalan. Ini sesuai dengan temuan analisis pada Jalan Gotong Royong, di mana kerusakan pada saluran drainase menyebabkan air mengalir ke permukaan tanah dan merusak jalan.

3. Penumpukan Sampah dan Sedimentasi

Research by (Fauziah et al., 2018) menunjukkan bahwa penumpukan sampah dan sedimentasi merupakan salah satu masalah utama dalam pengelolaan drainase perkotaan. Penelitian ini mengungkapkan bahwa sampah yang menyumbat saluran drainase mengurangi kapasitas aliran dan memperburuk potensi banjir, hal yang juga ditemukan pada Jalan Gotong Royong. Kurangnya kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan drainase memperburuk masalah ini, yang berujung pada genangan air dan banjir.

Dari perbandingan ini, dapat disimpulkan bahwa hasil analisis drainase pada Jalan Gotong Royong sejalan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kerusakan lingkungan, kerusakan fisik saluran drainase, dan penumpukan sampah adalah faktor utama yang menyebabkan kegagalan sistem drainase dan meningkatkan risiko banjir di daerah perkotaan. Oleh karena itu, solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini—perbaikan saluran drainase, pengelolaan sampah, dan peningkatan kesadaran masyarakat—juga sejalan dengan rekomendasi dalam riset terdahulu.

4. KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa saluran drainase eksisting di Jalan Gotong Royong belum sepenuhnya mampu menampung debit banjir rencana, khususnya pada periode ulang 2 dan 5 tahun. Perbandingan antara debit banjir rencana dan kapasitas saluran mengindikasikan adanya ketidaksesuaian kapasitas pada beberapa segmen saluran. Titik 1 dan 2 tidak mampu menyalurkan debit banjir rencana pada kedua periode ulang, sehingga memiliki risiko genangan yang tinggi. Sementara itu, titik 3 dan 4 masih memadai untuk periode ulang 2 tahun, namun tidak mencukupi untuk periode ulang 5 tahun, yang menunjukkan keterbatasan sistem

terhadap kejadian hujan dengan intensitas tinggi.

Temuan ini menegaskan perlunya peningkatan kapasitas saluran pada titik-titik kritis, disertai dengan perbaikan kondisi fisik drainase dan pengelolaan sampah yang lebih efektif. Implementasi langkah-langkah tersebut diharapkan dapat meningkatkan kinerja sistem drainase, mengurangi risiko banjir, dan mendukung keberlanjutan lingkungan perkotaan. Penelitian lanjutan disarankan untuk mempertimbangkan pengaruh perubahan iklim, perubahan tata guna lahan, serta penerapan konsep drainase berkelanjutan dalam perencanaan sistem drainase perkotaan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Andimuthu, R., Kandasamy, P., Mudgal, B. V., Jeganathan, A., Balu, A., & Sankar, G. (2019). Performance of urban storm drainage network under changing climate scenarios: Flood mitigation in Indian coastal city. *Scientific Reports*, 9(1), 7783.
- Apahdil, F., Masril, M., & Kurniawan, D. (2023). Evaluasi Saluran Drainase Primer Jalan Sudirman Sampai Jalan Pemuda Kota Bukittinggi. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 2(3), 112–118.
- Arifin, M. (2018). Evaluasi Kinerja Sistem Drainase Perkotaan Di Wilayah Purwokerto. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), 53–65.
- Ariyani, D., & Ahmad Alghazali, A. (2023). Analisis Perencanaan Sistem Drainase Dalam Upaya Penanggulangan Banjir. *Jurnal Artesis*, 3(2), 133–140.
- de Oliveira, A. K. B., Battemarco, B. P., Barbaro, G., Gomes, M. V. R., Cabral, F. M., de Oliveira Pereira Bezerra, R., de Araújo Rutigliani, V., Lourenço, I. B., Machado, R. K., Rezende, O. M., de Magalhães, P. C., Veról, A. P., & Miguez, M. G. (2022). Evaluating the Role of Urban Drainage Flaws in Triggering Cascading Effects on

- Critical Infrastructure, Affecting Urban Resilience. *Infrastructures*, 7(11), 153.
- Ertan, S., & Çelik, R. N. (2021). The Assessment of Urbanization Effect and Sustainable Drainage Solutions on Flood Hazard by GIS. *Sustainability*, 13(4), 2293.
- Fauziah, F., Putu, L. M. T., Sukmono, M., & Karnisah, I. (2018). Perhitungan Kapasitas Drainase Untuk Mengatasi Permasalahan Genangan Air Di Jalan Raya Cibabat (Jalan Nasional 3) Kampung Karang Mekar Kecamatan Cimahi Utara. *Potensi : Jurnal Sipil Politeknik*, 20(2), 93.
- Hu, S., Fan, Y., & Zhang, T. (2020). Assessing the Effect of Land Use Change on Surface Runoff in a Rapidly Urbanized City: A Case Study of the Central Area of Beijing. *Land*, 9(1), 17.
- Imrona, M., Budiutama, A. A., Darwiyanto, E., & Handayani, D. (2019). Penerapan Metode AHP dan COPRAS-G untuk Menentukan Prioritas Perbaikan Drainase Pada Jalan Nasional Di Kota Bandung. *Indonesian Journal on Computing (Indo-JC)*, 4(1), 65.
- Joyce, J., Chang, N.-B., Harji, R., & Ruppert, T. (2018). Coupling infrastructure resilience and flood risk assessment via copulas analyses for a coastal green-grey-blue drainage system under extreme weather events. *Environmental Modelling & Software*, 100, 82–103.
- Mugume, S. N., Gomez, D. E., Fu, G., Farmani, R., & Butler, D. (2015). A global analysis approach for investigating structural resilience in urban drainage systems. *Water Research*, 81, 15–26.
- Piadeh, F., Behzadian, K., & Alani, A. M. (2022). A critical review of real-time modelling of flood forecasting in urban drainage systems. *Journal of Hydrology*, 607, 127476.
- Reviko, M., Ussy Andawayanti, & Jadfan Sidqi Fidari. (2024). Kajian Evaluasi Genangan pada Saluran Drainase di Desa Menala Kecamatan Taliwang Kabupaten Sumbawa Barat. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4(1), 1169–1179.
- Rustan, F. R., Aprianti, E., Abdullah, A. T., & Puspaningtyas, R. (2020). Kinerja Saluran Drainase Terhadap Genangan Air Pada Bahu Jalan D. I. Panjaitan Menuju Bundaran Pesawat Lepo-Lepo. *Potensi : Jurnal Sipil Politeknik*, 22(1), 1–12.
- Sari, E. K., & Mokhtar, A. (2023). Analisa Kinerja Sistem Drainase Terhadap Penanggulangan Banjir dan Genangan. *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, 3(1).
- Sari, S., Khomsati, N. L., & Almira, D. (2022). Pendampingan Pemeliharaan Drainase di Sungai Lekso Kota Blitar. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) Langit Biru*, 3(01), 52–57.
- Suyanto, S., & Maulidiyah, A. (2023). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Calung Dalam Penanganan Banjir Di Kota Pasuruan. *Composite: Journal of Civil Engineering*, 2(2), 44–55.
- Vishwas, P. (2023). Quantitative evaluation of drainage attributes to infer hydrologic and morphological characteristics of upper Beas Basin, Himachal Pradesh: A GIS-based approach. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 7(3), 232–247.
- Zhou, Q., Leng, G., Su, J., & Ren, Y. (2019). Comparison of urbanization and climate change impacts on urban flood volumes: Importance of urban planning and drainage adaptation. *Science of The Total Environment*, 658, 24–33.



Copyright© by the authors. Licensee Jurnal Ilmiah MITSU, Indonesia. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike (CC BY-NC-SA 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Halaman ini sengaja dikosongkan