

Evaluasi Kapasitas Penampang Drainase Jalan Johar – Lamarin Karawang

**Afrizal Restu Althaf Danendra*, Muhammad Luthfi Hakim, Shandy Parmoediya,
Herryandi Gusman Satrio, Chairunnisa**

Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi-40531, Indonesia

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Debit Banjir Rencana 1;
Drainase 2; Manning 3;
Metode Rasional 4; Saluran
Ekonomis 5; Saluran
Kondisional 6.

***Correspondence email:**

altafafrizal@gmail.com

Submitted: 11 Januari 2026

Revised: 10 Agustus 2026

Accepted: 10 Agustus 2026

Published: 13 Agustus 2026

ABSTRAK

Perkembangan kawasan permukiman, komersial, dan industri di ruas Jalan Johar – Lamarin, Kabupaten Karawang, telah mengubah karakteristik lahan menjadi kawasan kedap air (impervious), sehingga meningkatkan limpasan permukaan dan menimbulkan genangan saat hujan lebat meski saluran drainase eksisting telah tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase eksisting terhadap debit banjir rencana kala ulang 50 tahun, serta merumuskan desain ulang dimensi saluran yang sesuai. Debit banjir rencana dihitung menggunakan Metode Rasional dengan curah hujan rancangan dari distribusi Generalized Extreme Value (GEV), sedangkan kapasitas saluran dianalisis menggunakan rumus Manning. Hasil evaluasi pada sembilan segmen saluran menunjukkan bahwa debit rencana (0,518–6,579 m³/s) melampaui kapasitas eksisting (maksimum 1,87 m³/s) di seluruh segmen, sehingga seluruh saluran dinyatakan tidak mampu menampung debit rencana. Perencanaan ulang dengan pendekatan dimensi ekonomis menghasilkan dimensi yang mencukupi kapasitas, sementara pendekatan dimensi kondisional pada beberapa segmen menghasilkan kedalaman saluran yang tidak realistis terhadap kondisi fisik lapangan. Seluruh segmen saluran teridentifikasi berada pada kondisi aliran subkritis. Penelitian ini merekomendasikan desain ulang saluran drainase disertai modifikasi teknis seperti saluran bertingkat atau tertutup, serta kajian lanjutan menggunakan model numerik seperti SWMM atau HEC-HMS untuk cakupan wilayah yang lebih luas.

ABSTRACT

Keywords:

Conditional Channel 1;
Design Flood Discharge 2;
Drainage 3; Economic
Channel 4; Manning 5;
Rational Method 6.

The rapid expansion of residential, commercial, and industrial areas along the Johar – Lamarin road segment in Karawang Regency has increased impervious surface coverage and surface runoff, resulting in recurring flooding despite the presence of existing drainage channels. This study aims to evaluate the capacity of the existing drainage channels against the 50-year return period design flood discharge and to formulate an appropriate channel redesign. The design flood discharge was calculated using the Rational Method with rainfall intensity derived from the Generalized Extreme Value (GEV) distribution, while channel capacity was analyzed using the Manning formula. Evaluation of nine channel segments showed that the design discharge (0.518–6.579 m³/s) exceeded the existing capacity (maximum 1.87 m³/s) in all segments, indicating that none of the existing channels can accommodate the design flood. Channel redesign using an economic dimensioning approach produced dimensions sufficient to meet the required capacity, whereas the conditional dimensioning approach resulted in unrealistic channel depths for several segments given actual site conditions. All segments were identified as operating under subcritical flow conditions. This study recommends a comprehensive channel redesign incorporating technical modifications such as tiered or closed channels, along with further study using numerical models such as SWMM or HEC-HMS for broader-scale application.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global yang ditandai dengan meningkatnya intensitas curah hujan dan frekuensi kejadian cuaca ekstrem telah meningkatkan risiko terjadinya bencana hidrometeorologis, khususnya banjir. Di Indonesia, fenomena banjir merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang sering terjadi di berbagai wilayah di Indonesia, khususnya pada kawasan perkotaan dan kawasan industri yang berkembang pesat. Peningkatan intensitas curah hujan akibat perubahan iklim global, dikombinasikan dengan pertumbuhan kawasan terbangun yang masif, telah menyebabkan berkurangnya daerah resapan air dan meningkatnya volume limpasan permukaan (*runoff*) yang harus dialirkan melalui sistem drainase (Kodoatie, 2005; Suripin, 2004). Jika sistem drainase tidak dirancang untuk menampung limpasan tersebut, maka akan terjadi genangan atau banjir yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat dan merusak infrastruktur.

Menurut Arsyad (2010), perubahan fungsi lahan dari daerah terbuka menjadi kawasan terbangun merupakan penyebab utama meningkatnya aliran permukaan dan penurunan kemampuan infiltrasi tanah, sehingga memperbesar

risiko terjadinya banjir di wilayah perkotaan. Hal ini semakin diperburuk oleh lemahnya penegakan aturan tata ruang di berbagai daerah.

Sutopo Purwo Nugroho (2016), dalam berbagai penelitiannya terkait kebencanaan di Indonesia, menegaskan bahwa banjir di kawasan padat penduduk tidak semata-mata disebabkan oleh curah hujan ekstrem, namun juga diperparah oleh lemahnya infrastruktur pengendalian banjir seperti sistem drainase dan kolam retensi yang kurang optimal.

Menurut penelitian Wangsaatmadja (2020), kemampuan sistem drainase eksisting di wilayah urban Indonesia umumnya tidak lagi sesuai dengan kapasitas debit puncak saat ini. Hal ini dikarenakan sistem drainase yang dibangun puluhan tahun lalu tidak didesain dengan mempertimbangkan dampak perubahan iklim yang menyebabkan hujan ekstrem semakin sering terjadi.

Sementara itu, Pramono (2019) menyatakan bahwa untuk menciptakan sistem drainase yang adaptif terhadap perubahan iklim, maka perlu dilakukan pendekatan perencanaan yang dinamis, berbasis data curah hujan aktual dan proyeksi iklim ke depan. Evaluasi dan perancangan ulang sistem drainase harus dilakukan secara periodik dan berbasis bukti lapangan.

Menurut Mulyani (2021), perencanaan drainase tidak bisa lagi hanya berfokus pada aspek hidrolis dan teknis semata. Harus ada integrasi antara aspek ekologi, sosial, dan tata ruang, mengingat bahwa banjir telah menjadi isu multidimensi yang tidak bisa diselesaikan secara sektoral.

Secara umum, banjir memiliki berbagai jenis yang berbeda tergantung pada penyebabnya. Beberapa di antaranya meliputi banjir akibat air hujan, banjir cileuncang, banjir rob, banjir bandang, banjir lahar, dan banjir lumpur. Banjir terjadi akibat kombinasi antara faktor alami seperti curah hujan tinggi, serta faktor antropogenik seperti perubahan tata guna lahan, pengurangan daerah resapan, dan buruknya sistem drainase. Oleh karena itu, evaluasi terhadap kapasitas sistem drainase menjadi langkah awal yang penting dalam perencanaan infrastruktur yang adaptif terhadap perubahan lingkungan.

Kabupaten Karawang merupakan salah satu kawasan industri strategis di Provinsi Jawa Barat yang mengalami pertumbuhan pesat dalam beberapa dekade terakhir. Pembangunan permukiman, kawasan komersial, dan jalan arteri baru mengubah karakteristik lahan yang sebelumnya bersifat peresap menjadi impervious area yang meningkatkan koefisien limpasan. Salah satu lokasi yang sering mengalami genangan adalah ruas Jalan Johar – Lamarin yang menghubungkan pusat kota Karawang dengan kawasan industri dan perumahan padat penduduk. Meskipun telah tersedia saluran drainase di sepanjang jalan tersebut, masih sering ditemukan genangan air saat hujan lebat yang mengganggu lalu lintas dan berisiko terhadap keselamatan pengguna jalan.

Untuk mencegah terjadinya banjir, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah membangun tanggul di sekitar badan air atau wilayah tertentu dengan ketinggian yang melebihi area sekitarnya, sehingga dapat melindungi kawasan tersebut dari limpahan air. Alternatif lainnya adalah membuat kolam retensi yang berfungsi menampung atau menyerap air, tergantung pada jenis material yang digunakan untuk melapisi dinding dan dasar kolam. Selain itu, sistem polder juga bisa diterapkan, yakni untuk mengalirkan air yang telah tertampung di kolam retensi atau simpul jaringan drainase keluar dari area yang dilindungi.

Sistem drainase yang efektif harus mampu mengalirkan air hujan dari permukaan ke badan air penerima dengan cepat dan tanpa menyebabkan genangan. Oleh karena itu, kapasitas saluran drainase perlu dievaluasi secara berkala agar sesuai dengan debit banjir rencana berdasarkan perubahan kondisi hidrologis dan tata guna lahan. Evaluasi ini penting untuk memastikan bahwa dimensi penampang saluran masih mencukupi dan tidak terjadi penyempitan kapasitas akibat sedimentasi, penumpukan sampah, atau kerusakan fisik. Salah satu metode yang umum digunakan dalam perencanaan dan evaluasi saluran drainase adalah metode Rasional untuk menghitung debit banjir rencana, serta rumus Manning untuk menentukan kapasitas aliran dalam saluran terbuka.

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kapasitas penampang saluran drainase pada ruas Jalan Johar – Lamarin Karawang. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan debit banjir rencana berdasarkan kala ulang 50 tahun dengan kapasitas saluran eksisting yang dihitung menggunakan rumus Manning. Hasil evaluasi digunakan untuk merancang ulang dimensi saluran melalui dua pendekatan, yaitu pendekatan dimensi ekonomis dan dimensi kondisional yang disesuaikan dengan kondisi fisik lapangan.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penyusunan perencanaan sistem drainase yang lebih efektif, efisien, dan sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi dalam pengambilan kebijakan pembangunan infrastruktur drainase yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan iklim.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode evaluatif yang difokuskan pada penilaian kapasitas hidraulik saluran drainase eksisting di sepanjang ruas Jalan Johar – Lamarin, Kabupaten Karawang. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk mengevaluasi apakah saluran yang ada saat ini masih mampu menampung debit air

hujan yang terjadi, terutama pada saat terjadi hujan dengan intensitas tinggi. Evaluasi dilakukan melalui proses perbandingan antara debit banjir rencana yang diperoleh dari hasil analisis hidrologi dengan kapasitas penampang saluran eksisting yang dianalisis menggunakan pendekatan hidraulika. Dengan demikian, diperoleh gambaran mengenai kinerja aktual sistem drainase dan potensi terjadinya limpasan atau genangan di kawasan studi.

Dalam penelitian ini, data utama yang digunakan berasal dari data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari instansi terkait dan hasil dokumentasi teknis sebelumnya. Data-data tersebut mencakup:

1. Data saluran eksisting, meliputi informasi mengenai dimensi penampang (lebar, tinggi, dan bentuk saluran), panjang saluran, serta kemiringan saluran. Data ini diperoleh dari hasil survei lapangan yang bertujuan untuk memetakan kondisi geometrik aktual saluran di lokasi penelitian.
2. Jenis penampang saluran, tipe atau bentuk penampang yang digunakan pada masing-masing segmen saluran, seperti persegi, trapesium, atau bentuk lainnya, yang memengaruhi perhitungan kapasitas hidraulik.
3. Dokumentasi drainase existing, berupa peta jaringan saluran, gambar teknis, dan catatan lapangan lainnya yang memberikan informasi tambahan tentang struktur dan kondisi fisik saluran yang ada.
4. Data site plan, merupakan gambar rencana tapak yang menunjukkan tata letak infrastruktur di kawasan studi. Site plan digunakan untuk memahami hubungan antara jaringan drainase dengan elemen infrastruktur lain, seperti jalan, bangunan, dan ruang terbuka.
5. Data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun, data ini diperoleh dari stasiun hujan terdekat dan dikeluarkan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG). Dalam penelitian ini, data curah hujan diperoleh dari Stasiun Hujan Citeko sebagai stasiun referensi terdekat dengan ketersediaan data time-series yang lengkap dan konsisten selama periode pengamatan. Data ini digunakan sebagai dasar dalam analisis hidrologi untuk menentukan debit banjir rencana dengan menggunakan metode distribusi hujan tertentu.
6. Data kontur untuk menetapkan arah aliran pada saluran drainase. yang digunakan untuk menentukan arah aliran dan kemiringan lereng, serta untuk memahami karakteristik limpasan permukaan di kawasan studi. Data ini sangat penting dalam menentukan arah gravitasi aliran dan potensi akumulasi air.

Dengan pemanfaatan data-data tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas sistem drainase yang ada serta rekomendasi teknis apabila diperlukan perbaikan atau peningkatan kapasitas saluran guna mengatasi permasalahan banjir atau genangan di area studi.

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana yang akan digunakan sebagai dasar dalam evaluasi kapasitas saluran drainase. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah Metode Rasional, yaitu salah satu metode empiris yang umum digunakan untuk daerah dengan luas catchment relatif kecil. Metode ini dipilih karena kesederhanaannya dan kemampuannya dalam memberikan estimasi debit puncak secara cepat dan cukup akurat untuk keperluan perencanaan drainase perkotaan.

Metode Rasional menghitung debit puncak (Q) berdasarkan hubungan antara intensitas curah hujan, koefisien aliran, dan luas daerah tangkapan hujan, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = C.I.A \quad (1)$$

- Q = debit banjir rencana (m^3/s)
C = koefisien limpasan
I = intensitas hujan (mm/jam)
A = luas daerah tangkapan (ha)

Analisis Hidraulika

Setelah debit banjir rencana diperoleh melalui analisis hidrologi, tahap selanjutnya adalah melakukan analisis kapasitas saluran dengan menggunakan pendekatan hidraulika. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah saluran drainase eksisting mampu menampung debit air yang dihasilkan dari hujan rencana. Metode yang digunakan dalam analisis hidraulika ini adalah Rumus Manning, yang merupakan metode empiris umum untuk menghitung aliran air dalam saluran terbuka. Rumus Manning digunakan untuk menentukan kapasitas aliran maksimum (Q) berdasarkan kondisi geometrik dan kekasaran saluran. Adapun rumusnya adalah sebagai berikut:

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

- Q = Debit aliran (m^3/s)
n = Koefisien manning ($s/m^{1/3}$)
A = Luas penampang aliran (m^2)
R = Jari-jari hidraulik (m)

S = Kemiringan saluran (m/m)

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan antara Q_{saluran} dan Q_{rencana} jika $Q_{\text{saluran}} < Q_{\text{rencana}}$, maka saluran dianggap tidak memenuhi kapasitas dan perlu dilakukan perencanaan ulang.

Perencanaan Ulang Saluran

1. Pendekatan Dimensi Ekonomis

Digunakan untuk merancang saluran dengan dimensi minimum yang memenuhi kapasitas, tanpa mempertimbangkan kendala fisik di lapangan, namun tetap efisien dalam segi teknis dan biaya.

$$Q = 1.2599 y^{\frac{8}{3}} \frac{1}{n} S^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

Q = Debit banjir rencana (m^3/s)

y = Tinggi muka air (m)

n = Koefisien manning

2. Pendekatan Dimensi Kondisional

Disesuaikan dengan kondisi eksisting di lapangan seperti lebar jalan, elevasi muka tanah, dan keterbatasan struktur fisik. Pendekatan ini mempertimbangkan implementasi teknis dan kemungkinan konstruksi yang realistis.

$$Q = b \cdot y \left| \frac{1}{n} \left(\frac{b \cdot y}{b + 2y} \right)^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \right| \quad (4)$$

Q = Debit banjir rencana (m^3/s)

y = Tinggi muka air (m)

n = Koefisien manning

b = Lebar saluran eksisting

HASIL

Berdasarkan survei lapangan dan pengolahan data spasial, diperoleh peta lokasi saluran drainase eksisting pada ruas Jalan Johar – Lamarin. Gambar berikut memperlihatkan persebaran saluran, segmen pengukuran, serta batas daerah tangkapan hujan yang digunakan dalam analisis.



Gambar 1. Peta lokasi dan situasi proyek ruas Jalan Johar – Lamarin, Karawang

Pada gambar ini ditampilkan jaringan saluran drainase yang berlokasi di kawasan padat permukiman dan komersial, sehingga sistem drainase memiliki peran vital dalam mengendalikan limpasan air hujan. Peta ini menjadi dasar dalam pembagian segmen saluran serta pengambilan data topografi dan kondisi eksisting untuk analisis hidrologi dan hidraulika.

Evaluasi kapasitas Tampung Drainase

Analisis yang dilakukan pada ruas Jalan Johar – Lamarin bertujuan untuk menilai apakah kapasitas saluran yang ada masih mampu menampung debit banjir berdasarkan kondisi hidrologi terkini, dan untuk menentukan perlunya perencanaan ulang dimensi saluran. Analisis hidrologi dilakukan dengan menentukan daerah aliran beserta luasnya dan menentukan curah hujan maksimum harian rata-rata daerah aliran dari data curah hujan yang ada. Perhitungan dilakukan berdasarkan pembagian daerah tangkapan air pada masing-masing segmen saluran di ruas Jalan Johar – Lamarin.

Tabel 1. Rekapitulasi Curah Hujan Rencana

No	Periode Ulang (Tahun)	Hujan Rancangan (mm)				
		GEV	Normal	Log Normal	Gumbel	Log Pearson III
1	2	99,247	110,445	108,048	106,787	105,812
2	5	124,760	131,237	128,440	133,184	127,933
3	10	142,902	142,128	140,615	150,661	143,023
4	20	161,302	150,459	155,373	156,552	158,886
5	25	167,353	151,039	151,430	172,743	162,720
6	50	186,664	161,187	164,763	189,125	177,811
7	100	206,117	168,118	174,538	205,386	193,320
8	200	228,117	174,306	183,754	221,588	209,340
9	1000	281,842	186,929	204,091	259,118	249,338

Sumber: Data Olahan Penulis (2025)

Dari beberapa distribusi yang dianalisis, distribusi *Generalized Extreme Value* (GEV) dipilih sebagai dasar perhitungan curah hujan rencana karena hasilnya paling sesuai berdasarkan uji kecocokan statistik. Distribusi GEV dianggap paling representatif dalam menggambarkan kejadian hujan ekstrem, terutama karena sudah memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan iklim. Berdasarkan analisis hidrologi dengan metode Rasional, debit banjir rencana dihitung berdasarkan intensitas curah hujan kala ulang 50 tahun.

Tabel 2. Perbandingan Debit Banjir Rencana Dengan Debit Saluran Eksisting Periode Ulang 50 Tahun

No	Ruas Jalan	Tc (menit)	I (mm/jam)	A (Km ²)	Q _{rencana} (m ³ /s)	Q _{saluran} (m ³ /s)	Keterangan
1	Ruas Jalan 1	5,910	204,471	0,015	0,518	0,150	Terjadi banjir
2	Ruas Jalan 2	16,190	201,632	0,105	3,528	0,991	Terjadi banjir
3	Ruas Jalan 3	6,530	198,190	0,020	0,660	0,200	Terjadi banjir
4	Ruas Jalan 4	9,530	167,821	0,096	2,685	0,931	Terjadi banjir
5	Ruas Jalan 5	7,890	187,421	0,039	1,198	0,381	Terjadi banjir
6	Ruas Jalan 6	6,390	199,610	0,028	0,931	0,270	Terjadi banjir
7	Ruas Jalan 7	10,450	209,122	0,064	2,230	0,620	Terjadi banjir
8	Ruas Jalan 8	6,121	203,340	0,033	1,117	0,620	Terjadi banjir
9	Ruas Jalan 9	11,110	202,440	0,195	6,579	1,872	Terjadi banjir

Sumber: Data Olahan Penulis (2025)

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa debit banjir rencana lebih besar dari kapasitas saluran ($Q_{\text{banjir}} > Q_{\text{kapasitas}}$), maka dari hasil perhitungan di atas menyatakan bahwa saluran tidak mampu menampung aliran dan perlu dilakukan penanganan seperti peningkatan dimensi atau perubahan penampang saluran.

Perencanaan Ulang Dimensi Saluran

Perencanaan ulang sistem drainase dilakukan dengan mempertimbangkan dua pendekatan utama, yaitu pendekatan dimensi ekonomis dan pendekatan dimensi kondisional. Dimensi ekonomis mempertimbangkan efisiensi penggunaan material dan kemudahan konstruksi, sementara dimensi kondisional memperhatikan kondisi eksisting lapangan seperti keterbatasan ruang, elevasi, dan keberadaan infrastruktur sekitar. Dimensi penampang saluran yang baru dirancang agar mampu menampung debit banjir rencana berdasarkan hasil analisis hidrologi dan hidraulika, serta mengikuti ketentuan teknis yang berlaku, seperti ketentuan dari Direktorat Jenderal Bina Marga atau peraturan daerah setempat.

Berdasarkan hasil evaluasi sebelumnya, diketahui bahwa seluruh saluran eksisting tidak lagi mampu menampung debit banjir rencana, sehingga perlu dilakukan desain ulang secara menyeluruh. Oleh karena itu, direncanakan sistem saluran drainase baru dengan spesifikasi teknis sebagai berikut:

Debit rencana = Berdasarkan kala ulang 50 tahun

Bentuk saluran = Persegi Panjang

Jenis material = Beton ($n = 0,013$)

b = 2y

Tabel 3. Perhitungan Perencanaan Saluran Ekonomis

No	Nama Saluran	h ekisting (m)	b ekisting (m)	h ekonomis (m)	b ekonomis (m)
1	Saluran 1	1,00	0,50	1,00	1,00
2	Saluran 2	1,20	0,80	2,00	2,00
3	Saluran 3	1,00	0,80	1,00	1,00
4	Saluran 4	1,20	0,80	2,00	2,00

Tabel 3. Perhitungan Perencanaan Saluran Ekonomis (Lanjutan)

No	Nama Saluran	h ekisting (m)	b ekisting (m)	h ekonomis (m)	b ekonomis (m)
5	Saluran 5	1,00	0,80	1,00	2,00
6	Saluran 6	1,00	0,80	1,00	2,00
7	Saluran 7	1,20	0,80	1,00	2,00
8	Saluran 8	1,00	0,80	1,00	2,00
9	Saluran 9	1,20	1,00	2,00	3,00

Sumber: Data Olahan Penulis (2025)

Dalam pendekatan dimensi ekonomis, meskipun lebih efisien dari segi material dan pelaksanaan konstruksi, namun beberapa saluran menghasilkan kedalaman air (y) yang cukup tinggi (misalnya >2 meter). Kondisi ini masih dapat diterapkan apabila lahan memungkinkan dilakukan penggalian dalam dan tersedia ruang yang cukup untuk pembangunan saluran terbuka yang lebar.

Tabel 4. Perhitungan Perencanaan Saluran Kondisional

No	Nama Saluran	h ekisting (m)	b ekisting (m)	h kondisional (m)	b kondisional (m)
1	Saluran 1	1,00	0,50	2,00	0,50
2	Saluran 2	1,20	0,80	4,00	0,80
3	Saluran 3	1,00	0,80	1,00	0,80
4	Saluran 4	1,20	0,80	3,00	0,80
5	Saluran 5	1,00	0,80	2,00	0,80
6	Saluran 6	1,00	0,80	1,00	0,80
7	Saluran 7	1,20	0,80	3,00	0,80
8	Saluran 8	1,00	0,80	2,00	0,80
9	Saluran 9	1,20	1,00	5,00	1,00

Sumber: Data Olahan Penulis (2025)

Dalam pendekatan dimensi kondisional, beberapa saluran menunjukkan kedalaman air yang sangat besar (misalnya $y = 3,923$ m pada Saluran 9), menyebabkan tinggi total saluran mendekati 5 meter. Berdasarkan potongan melintang, kondisi ini tidak ideal dan sulit diterapkan karena:

1. Terbatasnya beda elevasi dengan jalan
2. Adanya bangunan dan utilitas sekitar, serta
3. potensi gangguan kestabilan lereng dan timbunan.

Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan modifikasi desain seperti saluran bertingkat/tertutup, penyesuaian layout, atau penggunaan pompa bantu, agar solusi tetap sesuai kapasitas hidraulik dan layak dibangun di lapangan.

Analisis Hidraulika

Tujuan dari analisis hidraulika ini adalah untuk mengetahui kemampuan penampang saluran dalam menampung debit banjir rencana berdasarkan hasil perhitungan hidrologi. Pada penelitian ini, saluran yang ditinjau di Jalan Johar – Lamarin merupakan saluran terbuka dengan penampang persegi panjang, di mana kapasitas aliran dihitung menggunakan rumus Manning dengan mempertimbangkan dimensi eksisting, kemiringan dasar, dan koefisien kekasaran saluran.

Tabel 5. Perhitungan Pemeriksaan Jenis Aliran

No	Nama Saluran	Ekonomis		Kondisional		Keterangan
		y (m)	yc (m)	y (m)	yc (m)	
1	Saluran 1	0,442	0,301	0,858	0,478	$y > y_c$, Aliran sub kritis
2	Saluran 2	0,965	0,681	2,795	1,256	$y > y_c$, Aliran sub kritis
3	Saluran 3	0,473	0,354	0,514	0,410	$y > y_c$, Aliran sub kritis
4	Saluran 4	0,905	0,568	1,765	1,047	$y > y_c$, Aliran sub kritis
5	Saluran 5	0,617	0,331	0,938	0,611	$y > y_c$, Aliran sub kritis
6	Saluran 6	0,551	0,280	0,724	0,516	$y > y_c$, Aliran sub kritis
7	Saluran 7	0,786	0,502	1,679	0,925	$y > y_c$, Aliran sub kritis
8	Saluran 8	0,590	0,316	0,846	0,583	$y > y_c$, Aliran sub kritis
9	Saluran 9	1,267	0,788	3,923	1,640	$y > y_c$, Aliran sub kritis

Sumber: Data Olahan Penulis (2025)

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan hidraulika, diketahui bahwa seluruh saluran drainase di ruas Jalan Johar – Lamarin Karawang tidak mampu menampung debit banjir rencana dengan kala ulang 50 tahun. Debit banjir rencana tertinggi mencapai 6,579 m³/s, sementara kapasitas maksimum saluran eksisting hanya 1,87 m³/s. Selisih kapasitas ini menunjukkan bahwa saluran eksisting tidak dirancang untuk menghadapi limpasan air dalam intensitas ekstrem, sebagaimana dipersyaratkan dalam standar Bina Marga untuk kawasan perkotaan dan industri.

Hal ini menunjukkan bahwa sistem drainase di lokasi penelitian sudah tidak sesuai dengan kondisi tata guna lahan saat ini. Urbanisasi dan peningkatan kawasan terbangun secara signifikan meningkatkan koefisien limpasan permukaan, namun dimensi saluran tetap mempertahankan ukuran lama. Fenomena ini sejalan dengan temuan Beberapa penelitian sejenis, di mana pertumbuhan kawasan tanpa disertai peningkatan kapasitas infrastruktur drainase menyebabkan terjadinya genangan dan banjir lokal.

Perencanaan ulang yang dilakukan melalui dua pendekatan memberikan gambaran pilihan teknis yang bisa diterapkan. Pada pendekatan ekonomis, dimensi saluran yang dirancang telah mencukupi kapasitas debit rencana dengan kedalaman dan lebar yang proporsional. Namun, pendekatan ini tidak memperhitungkan batasan fisik lapangan seperti elevasi dan lebar badan jalan. Oleh karena itu, desain ini hanya optimal jika tidak ada hambatan spasial.

Dalam aspek jenis aliran, hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh segmen berada dalam kondisi subkritis, ditandai dengan kedalaman aliran normal yang lebih besar dari kedalaman kritis. Ini berarti aliran dalam saluran bergerak lambat dan memiliki energi spesifik yang cukup besar. Kondisi ini ideal untuk saluran drainase karena lebih stabil, namun di sisi lain meningkatkan risiko sedimentasi jika tidak didesain dengan kemiringan dasar yang cukup.

Penelitian ini juga menggarisbawahi perlunya pendekatan drainase adaptif terhadap perubahan iklim. Dengan meningkatnya intensitas curah hujan tahunan akibat anomali iklim, maka kala ulang yang lebih besar dari 50 tahun perlu mulai dipertimbangkan dalam desain infrastruktur baru. Selain itu, keberadaan vegetasi penutup, kawasan resapan, dan sumur imbuhan di sekitar jalur drainase menjadi faktor pendukung yang harus disinergikan.

Keterbatasan penelitian ini terdapat pada penggunaan metode Rasional yang sederhana dan cocok hanya untuk daerah kecil (< 200 Ha). Untuk cakupan yang lebih luas atau kebutuhan desain regional, disarankan penggunaan model numerik seperti SWMM atau HEC-HMS yang mampu mensimulasikan dinamika aliran lebih akurat. Penelitian ini juga belum memperhitungkan aspek ekonomi secara rinci seperti perbandingan biaya antara pendekatan ekonomis dan kondisional.

SIMPULAN

Hasil evaluasi kapasitas saluran drainase pada ruas Jalan Johar-Lamarin, Kabupaten Karawang, menunjukkan bahwa seluruh sembilan segmen saluran eksisting tidak mampu menampung debit banjir rencana untuk kala ulang 50 tahun. Debit rencana yang dihitung menggunakan Metode Rasional dengan curah hujan rancangan distribusi GEV berkisar antara 0,518 m³/s hingga 6,579 m³/s, jauh melampaui kapasitas saluran eksisting yang hanya mencapai maksimum 1,87 m³/s berdasarkan analisis Manning. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sistem drainase yang ada telah mengalami penurunan kinerja relatif terhadap perubahan tata guna lahan dan peningkatan koefisien limpasan akibat pesatnya pembangunan kawasan terbangun di sekitar lokasi studi. Sebagai tindak lanjut, dilakukan perencanaan ulang dimensi saluran berpenampang persegi panjang melalui dua pendekatan. Pendekatan dimensi ekonomis, dengan syarat $b = 2y$, menghasilkan dimensi saluran yang efisien dari segi material dan konstruksi serta mencukupi kapasitas debit rencana, namun beberapa segmen memerlukan kedalaman galian yang cukup besar sehingga penerapannya bergantung pada ketersediaan ruang. Pendekatan dimensi kondisional, yang disesuaikan dengan lebar saluran eksisting, lebih realistis terhadap keterbatasan lahan pada sebagian besar segmen, tetapi pada beberapa segmen khususnya Saluran 9 dengan kedalaman muka air mencapai 3,923 m menghasilkan tinggi saluran total mendekati 5 meter yang secara teknis sulit diterapkan akibat terbatasnya beda elevasi dengan jalan, keberadaan utilitas sekitar, dan potensi gangguan kestabilan lereng.

Analisis jenis aliran menunjukkan bahwa seluruh segmen saluran, baik pada skenario ekonomis maupun kondisional, berada pada kondisi subkritis ($y > y_c$), yang menandakan aliran relatif stabil namun tetap berisiko mengalami sedimentasi apabila kemiringan dasar saluran tidak dirancang memadai. Berdasarkan temuan tersebut, pemilihan desain akhir sebaiknya mempertimbangkan kombinasi kedua pendekatan sesuai karakteristik masing-masing segmen: pendekatan ekonomis untuk segmen dengan ruang memadai, dan modifikasi teknis seperti saluran bertingkat, saluran tertutup, penyesuaian layout, atau penggunaan pompa bantu untuk segmen dengan keterbatasan ruang seperti Saluran 9. Penelitian ini juga menegaskan perlunya perencanaan drainase yang adaptif terhadap perubahan iklim, mengingat intensitas hujan ekstrem yang terus meningkat, sehingga peninjauan kala ulang desain di atas 50 tahun perlu mulai dipertimbangkan untuk infrastruktur baru. Mengingat keterbatasan Metode Rasional yang hanya sesuai untuk daerah tangkapan kecil (<200 Ha), penelitian lanjutan disarankan menggunakan model numerik seperti SWMM atau HEC-HMS serta mempertimbangkan analisis kelayakan biaya untuk mendukung pengambilan keputusan desain drainase yang lebih komprehensif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S. (2010). *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press.
- BMKG. (2025). *Data Curah Hujan Stasiun Hujan Citeko Kabupaten Bogor*. dataonline.bmkg.go.id
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). *Surat Edaran No 23/Se/Db/2021 Tentang Pedoman Desain Drainase Jalan*.
- Dethan, A. W., Sir, T. M. W., & Frans, J. H. (2020). Perencanaan saluran drainase pada Kecamatan Kota SoE. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 89–102.
- Gunadarma. (1997). *Drainase Perkotaan*.
- Harjono, H., & Widhiastuti, Y. (2019). Analisa hidrologi dan hidrolika pada daerah aliran sungai (DAS) Kali Pacal Bojonegoro. *Rekayasa Sipil*, 13(1), 16–23. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2019.013.01.3>
- Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri PU RI No12 Th 2014. 1–18.
- Kodoatie, R. J. (2005). *Banjir: Beberapa penyebab dan metode pengendaliannya dalam perspektif lingkungan*. Pustaka Pelajar.
- Mulyani, R. (2021). *Integrasi Tata Ruang dan Sistem Drainase dalam Mitigasi Banjir Perkotaan*. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 22(3), 45–58.
- Nugroho, S. P. (2016). *Banjir dan Upaya Mitigasi Risiko Bencana di Indonesia*. BNPB.
- Qintana, M. R., Pandjaitan, N. H., Pertanian, F. T., & Indonesia, J. B. (2018). Analisis Kapasitas Sistem Saluran Drainase Di Perumahan Dramaga Cantik 2 Kabupaten Bogor. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2 (1), 21–32.
- Krisnayanti, D. S., Hunggurami, E., Dhima-wea, K. N., Kunci, K., Berbentuk, S., Panjang, P., & Seba, D. (2017). Perencanaan drainase Kota Seba. *Jurnal Teknik Sipil*, VI (1), 89–102.
- Kartika, N. K. S., Muliawan, I. W., & Rahadiani, A. A. S. D. (2018). Evaluasi Fungsi Saluran Drainase Terhadap Kondisi Jalan Gunung Rinjani Di Wilayah Kecamatan Denpasar Barat. *WICAKSANA: Jurnal Lingkungan Dan Pembangunan*, 2 (1), 17–24.
- Pramono, H. (2019). Desain Drainase Perkotaan Berbasis Iklim Masa Depan. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), 25–33.
- Peraturan Daerah Kabupaten Karawang. (2013). Perda Nomor 2 Tahun 2013 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Karawang Tahun 2011 – 2031.
- Suripin. (2004). *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Andi Offset.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidraulika II*. Beta Offset.
- Wangsaatmadja, D. S. (2020). *Perubahan Iklim dan Dampaknya terhadap Sistem Drainase Kota*. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 21(2), 89–97.
- Widiastomo, A., Wigati, R., Priyambodho, B. A., Subekti, S., & Purnaditya, N. P. (2022). Analisis dan evaluasi kapasitas sistem drainase di Perumahan Dasana Indah Kabupaten Tangerang. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 254–264. <https://doi.org/10.36055/fondasi.v11i2.17024>