

Analisis Kapasitas Saluran Drainase terhadap Debit Rencana di Kelurahan Bidara Cina, Kecamatan Jatinegara, Jakarta Timur

Anastasia Septya Wardaningrum¹, Jalaludin², Stevi Cahyani³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik & Informatika, Universitas Dian Nusantara, DKI Jakarta, Indonesia

Email: ¹anastasia.septya@dosen.undira.ac.id, ²jalaludin@dosen.undira.ac.id, ³stevi.cahyani@undira.ac.id

Abstract

Bidara Cina is a flood-prone area in East Jakarta due to high rainfall, limited channel capacity, and low elevation along the Ciliwung River. This study analyzes the existing drainage channels' capacity to accommodate design runoff discharge based on BMKG rainfall data and hydrological parameters. Methods include calculating design rainfall intensity (Gumbel/Mononobe method), design discharge (Rational Method), and existing capacity (Manning's formula) using secondary data from BMKG, BIG, BPS, and East Jakarta Water Resources Sub-department. Main channel segments were selected as representative samples. Based on frequency analysis of 20-year extreme data (2006–2025) from Halim Perdanakusuma Station, the design rainfall intensity is 78.71 mm/hour for a 5-year return period and 96.60 mm/hour for a 10-year return period. Evaluation of 15 channel segments shows that macro channels (Ciliwung River and Ciliwung Waterway) and the main connecting channel (West Otista Raya Street) meet the required capacity. However, 7 secondary channel segments in densely populated areas (RW 06, RW 07, and RW 11) fail to meet capacity or overflow due to narrow dimensions and the lack of local retention polders.

Keywords: Urban Drainage, Design Discharge, Rainfall Intensity, Rational Method, Bidara Cina.

Abstrak

Kelurahan Bidara Cina merupakan salah satu wilayah rawan genangan di Jakarta Timur akibat kombinasi curah hujan tinggi, kapasitas saluran terbatas, dan elevasi rendah di sepanjang Sungai Ciliwung. Penelitian ini bertujuan menganalisis kemampuan saluran drainase eksisting menampung debit limpasan hujan rencana berdasarkan data curah hujan dari BMKG dan parameter hidrologi. Metode yang digunakan meliputi perhitungan intensitas hujan rencana (metode Gumbel/Mononobe), perhitungan debit rencana dengan Metode Rasional, dan evaluasi kapasitas saluran eksisting menggunakan rumus Manning. Data yang digunakan sepenuhnya merupakan data sekunder dari BMKG, BIG, BPS, dan Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur. Ruas saluran utama dipilih sebagai sampel representatif. Berdasarkan hasil analisis frekuensi terhadap data ekstrem 20 tahun (2006–2025) Stasiun Halim Perdanakusuma, diperoleh intensitas hujan rencana sebesar 78,71 mm/jam untuk kala ulang 5 tahun dan 96,60 mm/jam untuk kala ulang 10 tahun. Hasil evaluasi pada 15 segmen saluran menunjukkan bahwa saluran makro (Sungai Ciliwung dan Sodetan Ciliwung) serta saluran Phb utama (Jln. Otista Raya Barat) berstatus Memenuhi (M) kapasitas. Namun, terdapat 7 segmen saluran sekunder di dalam pemukiman padat warga (RW 06, RW 07, dan RW 11) berstatus Tidak Memenuhi (TM) atau meluap akibat dimensi yang sempit dan ketiadaan sistem waduk/polder retensi penampung air hujan lokal.

Kata Kunci: Drainase Perkotaan, Debit Rencana, Intensitas Hujan, Metode Rasional, Bidara Cina.

1. PENDAHULUAN

Bidara Cina merupakan kawasan permukiman padat di wilayah dataran rendah di sepanjang Sungai Ciliwung (Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur, 2026). Kawasan ini memiliki topografi yang rendah, curah hujan tinggi, serta kapasitas saluran

yang berkurang akibat sedimentasi dan banyaknya penyumbatan yang mengakibatkan genangan lokal (Kodoatie et al., 2013; Wicaksono et al., 2021). Pengendalian banjir hingga saat ini terutama berfokus pada Pompa dan tanggul dalam skala makro, sedangkan kinerja dan respons dari jaringan drainase penghubung (Phb) dan jaringan drainase sekunder hampir tidak pernah dinilai secara kuantitatif (Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur, 2026; Wicaksono et al., 2021). Studi ini penting untuk dilakukan karena memberikan temuan evaluasi berbasis data yang dapat direplikasi tanpa survei lapangan yang berlebihan (Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur, 2026). Perubahan luas area kedap air di wilayah perkotaan akibat urbanisasi, ditambah dengan fenomena cuaca presipitasi ekstrem, telah menyebabkan peningkatan besar pada debit limpasan permukaan awal; oleh karena itu perlu dilakukan analisis keandalan hidraulik jaringan saluran yang ada sebagai bagian dari infrastruktur lingkungan yang berkelanjutan (Fiorillo et al., 2022; Li et al., 2023). Dengan kondisi tersebut, rumusan penelitian ini berkaitan dengan menghitung intensitas hujan rencana untuk periode ulang 5 dan 10 tahun menggunakan data BMKG, menghitung debit limpasan rencana pada setiap subcatchment di Bidara Cina, menguji kapasitas saluran yang ada untuk menampung debit limpasan rencana, dan merumuskan langkah teknis lanjutan yang lebih realistis dalam meningkatkan sistem drainase perkotaan (BMKG, 2026; Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur, 2026).

Metode penelitian dalam studi ini bersifat kuantitatif-analitis, yaitu perhitungan intensitas hujan badai rancangan, debit limpasan, dan kapasitas saluran diperoleh dari data sekunder dari Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur (Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur, 2026). Kelayakan hidraulik debit rancangan dilakukan untuk setiap segmen saluran, dengan membandingkan debit yang dihitung menggunakan Metode Rasional, kemudian membandingkannya dengan kapasitas saluran yang ada yang diperoleh menggunakan rumus Manning (Dhiniati et al., 2023; Sunjaya et al., 2025).

Dalam memetakan posisi kebaruan studi, analisis kinerja sistem drainase perkotaan di wilayah lain seperti Kelapa Gading menunjukkan keberhasilan mitigasi banjir lokal melalui kombinasi sistem polder makro dan evaluasi dimensi saluran statis (Kartawijaya et al., 2021; Wardaningrum & Sudinda, 2020). Lebih lanjut, beberapa studi drainase di kawasan dengan karakteristik topografi tinggi, seperti di Kota Batu, sangat merekomendasikan penerapan dan optimasi teknologi sumur resapan konvensional untuk mereduksi debit banjir (Sabuna, 2014). Pemanfaatan kombinasi kolam retensi terbuka dan sumur resapan dangkal juga dinilai sangat ideal untuk diterapkan pada sistem drainase di berbagai kawasan padat penduduk (Yudianto & Roy, 2009). Namun, seluruh pendekatan konvensional berbasis infiltrasi tersebut dipastikan akan mengalami kegagalan struktural secara hidraulik apabila dipaksakan untuk mengatasi genangan di Kelurahan Bidara Cina. Berdasarkan analisis geoteknik terhadap material tanah bawah permukaan, tanah berjenis lempung jenuh air (*saturated clay*) memiliki nilai koefisien permeabilitas yang sangat buruk sehingga kapasitas total infiltrasi dan ruang tampungan alami tanahnya mendekati nol (Kuok et al., 2023). Kegagalan metode infiltrasi (sumur resapan dan biopori) di lokasi ini semakin dipertegas oleh faktor ketergantungan hidrologis yang ekstrem terhadap Sungai Ciliwung, di mana elevasi muka air tanah yang tinggi di sepanjang bantaran sungai menyebabkan pori-pori tanah selalu terisi air secara konstan (Kodoatie, 2013; Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur, 2026). Akibat tidak adanya gradien hidraulik untuk meresapkan air, volume curah hujan ekstrem seketika akan langsung dikonversikan menjadi limpasan permukaan masif di atas area kedap air permukiman (BMKG, 2026; Li et al., 2023). Oleh karena itu, optimasi jaringan drainase harus didesain ulang melalui skenario iklim yang diantisipasi agar dimensi fisik saluran mampu melewati debit puncak secara mandiri tanpa bertumpu pada daya serap

tanah (Fiorillo et al., 2022). Di kawasan perkotaan yang sangat padat, evaluasi kapasitas saluran berdasarkan penggunaan lahan dan debit rancangan (Yosua et al., 2024) semuanya harus diperhitungkan. Dengan demikian, rendahnya infiltrasi dan meningkatnya luas area tidak permeabel yang dipadukan dengan intensitas curah hujan yang tinggi di Jakarta menjadi penyebab utama terjadinya tren penurunan kinerja drainase, terutama pada kawasan perkotaan yang lebih padat. Untuk tujuan adaptasi perubahan iklim, jaringan drainase harus dioptimalkan dan didesain ulang dalam hal kapasitas saluran dengan mempertimbangkan skenario iklim yang diperkirakan agar mampu menghadapi hujan ekstrem dengan intensitas tinggi yang semakin sering (Fiorillo et al., 2022)

Pada tingkat material dan perilaku tanah, tanah lempung memiliki laju infiltrasi yang sangat rendah dibandingkan jenis tanah lainnya, yang menyebabkan tingginya limpasan permukaan pada wilayah dengan karakteristik tersebut (Kuok et al., 2023). Luas area yang kedap dan perubahan iklim sangat berpengaruh dalam meningkatkan bahaya banjir pada sistem drainase perkotaan (Li et al., 2023). Studi hilir juga mengonfirmasi kasus banjir luapan pada DAS dataran rendah, baik akibat penangkapan data penggunaan lahan tahunan yang memperparah kondisi karena ketidakmampuan, sehingga diperlukan penyesuaian ambang batas saluran dan memerlukan debit limpasan puncak (Sutanto & Pranoto, 2020; Yosua et al., 2024). Selain itu, peningkatan ketahanan sistem drainase menggunakan teknologi *Low Impact Development* (LID) sangat bergantung pada faktor-faktor yang dapat bervariasi menurut lokasi, seperti kondisi tanah dan geoteknik (Osheen et al., 2024).

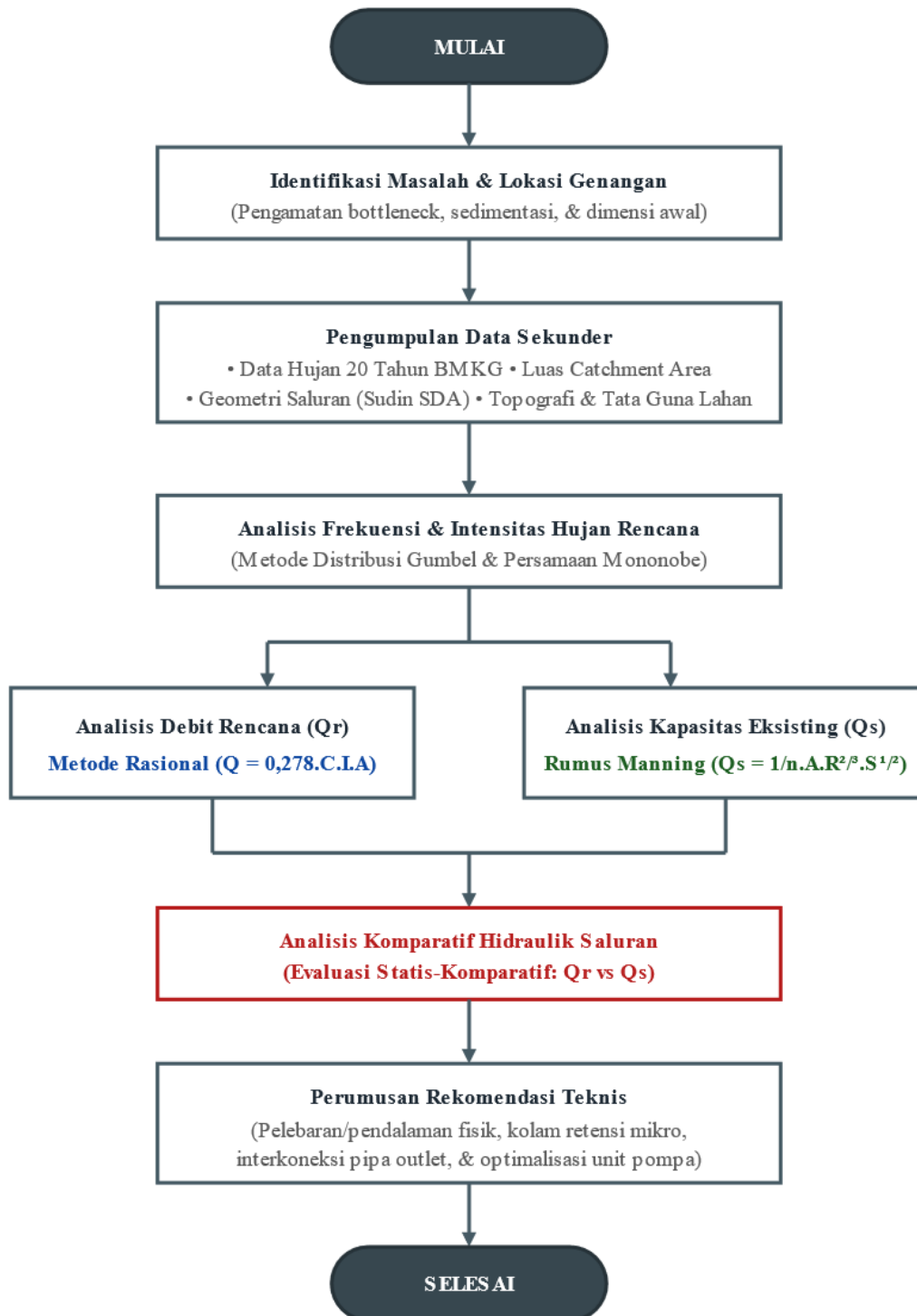
Namun, meskipun telah ada banyak studi mengenai data perilaku drainase perkotaan secara keseluruhan di wilayah perkotaan, informasi tersebut masih kurang untuk wilayah dataran rendah dengan tanah lempung jenuh yang menerima teknologi infiltrasi yang minim (sumur resapan dan biopori) seperti Desa Bidara Cina (Kuok et al., 2023; Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur, 2026). Tanah jenuh yang permeabilitasnya rendah, serta ketergantungan hidrologis wilayah ini pada Sungai Ciliwung, membutuhkan metode evaluasi yang berbeda dari wilayah perkotaan umum lainnya (Kodoatie, 2013; Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur, 2026). Oleh karena itu, kebaruan penelitian ini adalah menciptakan metode yang mudah tetapi berbasis data untuk memperkirakan kapasitas angkut saluran, khususnya dengan menggabungkan data curah hujan dari BMKG, karakteristik tanah yang merupakan indikator tanah lempung jenuh, serta geometri terkait (BMKG, 2026; Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur, 2026). Hasilnya adalah model evaluasi yang spesifik konteks, yang relevan hanya untuk area dataran rendah dengan infiltrasi yang buruk dan di mana teknologi berbasis infiltrasi tidak valid (Kuok et al., 2023). Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis hidrologi dan metode estimasi kapasitas drainase secara local. Namun untuk aspek yang mencerminkan kondisi geoteknik ekstrem belum dibahas secara menyeluruh untuk Jakarta maupun kawasan perkotaan di sepanjang bantaran sungai besar sebelumnya (Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur, 2026; Wicaksono et al., 2021). Tujuan utama penelitian ini adalah menilai keandalan saluran dan memberikan saran secara teknis untuk sistem pengelolaan air yang berkelanjutan (Fiorillo et al. 2022).

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian dijalankan melalui beberapa tahapan sistematis guna memberikan hasil evaluasi yang terukur. Prosedur dan tahapan pelaksanaan evaluasi kapasitas saluran secara terstruktur disajikan pada diagram alir di Gambar 1. Tahapan diawali dengan identifikasi masalah untuk menentukan lokasi yang mengalami genangan atau banjir, serta mengamati kondisi saluran eksisting seperti adanya penyempitan,

kerusakan, sedimentasi, atau kapasitas yang tidak memadai guna menentukan penyebab awal dan lingkup kajian. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data sekunder yang mencakup data curah hujan 20 tahun dari BMKG, peta kontur atau topografi area, luas daerah aliran atau *catchment area*, serta dimensi saluran eksisting.

Setelah data sekunder terkumpul, dilakukan perhitungan intensitas hujan rencana menggunakan metode Gumbel atau Mononobe untuk periode ulang 5 tahun dan 10 tahun. Langkah selanjutnya adalah perhitungan debit limpasan permukaan rencana (Q_r) dengan menerapkan Metode Rasional, di mana koefisien limpasan ditentukan berdasarkan jenis penggunaan lahan seperti permukiman, jalan, dan area terbangun.



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

Debit rencana berdasarkan karakteristik hidrologi tersebut dihitung menggunakan Persamaan 1:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \quad (1)$$

Dimana:

- Q_r = debit limpasan permukaan rencana ($m^3/detik$)
- C = koefisien limpasan permukaan (tanpa satuan).
- I = intensitas curah hujan rencana puncak (mm/jam)
- A = luas cakupan subcatchment area (km^2)

Untuk menguji keandalan fisik infrastruktur drainase, dilakukan perhitungan kapasitas maksimum saluran eksisting (Q_s) menggunakan rumus Manning dengan menentukan nilai kekasaran sesuai material dinding saluran seperti beton atau pasangan batu. Kapasitas hidraulik penampang saluran ini dihitung secara formal menggunakan Persamaan 2:

$$Q_s = \frac{1}{n} \cdot A_s \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (2)$$

Dimana:

- Q_s = kapasitas hidraulik maksimum saluran eksisting ($m^3/detik$)
- n = koefisien kekasaran dinding Manning (berdasarkan material saluran).
- A_s = luas penampang basah efektif saluran (m^2)
- R = radius hidraulik penampang saluran (m) diperoleh dari hasil pembagian luas penampang basah (A_s) dengan keliling basah saluran (P)
- S = kemiringan atau slope dasar saluran (tanpa satuan).

Tahap akhir dari metodologi ini meliputi analisis perbandingan antara debit rencana dan kapasitas maksimum saluran. Jika nilai debit rencana lebih besar dari kapasitas saluran ($Q_r > Q_s$), maka ruas saluran tersebut dinyatakan tidak mencukupi dan berpotensi menimbulkan genangan. Berdasarkan hasil perbandingan hidraulik tersebut, dirumuskan rekomendasi teknis yang relevan seperti peningkatan kapasitas fisik saluran melalui pelebaran atau pendalaman, optimalisasi sistem pompa drainase, pembangunan kolam retensi mikro, hingga penerapan tangki air hujan tertutup pada kawasan permukiman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data hidrologi sekunder secara komprehensif selama dua puluh tahun terakhir yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Halim Perdanakusuma menghasilkan nilai statistik rata-rata sebesar 163,33 mm dan deviasi standar sebesar 85,02 mm. Berdasarkan hasil kalkulasi statistik menggunakan metode sebaran distribusi Gumbel serta konversi intensitas melalui persamaan Mononobe dengan menetapkan asumsi waktu konsentrasi dasar selama satu jam, diperoleh parameter nilai intensitas hujan rencana yang bervariasi sesuai dengan peruntukan analisis hidraulik saluran. Untuk simulasi periode ulang lima tahun, diperoleh nilai curah hujan rencana harian sebesar 227,11 mm/hari dengan nilai intensitas hujan rencana puncak sebesar 78,71 mm/jam. Parameter intensitas hujan rencana kala ulang lima tahun ini diterapkan secara spesifik untuk mengevaluasi keandalan kapasitas pada jaringan saluran penghubung utama yang melintasi kawasan jalan raya protokol. Sementara itu, untuk pengujian pada skenario ekstrem periode ulang sepuluh tahun, hasil kalkulasi menunjukkan nilai curah hujan rencana harian mencapai 278,54 mm/hari dengan intensitas hujan rencana puncak sebesar 96,60 mm/jam. Nilai parameter intensitas hujan rencana kala ulang sepuluh tahun tersebut diaplikasikan secara khusus untuk menguji keandalan sistem drainase di kawasan hilir permukiman serta jaringan makro regional yang menerima akumulasi beban limpasan

volume air yang jauh lebih besar. Hasil pemetaan parameter hidrologi tersebut selanjutnya dituangkan ke dalam matriks evaluasi kapasitas saluran untuk dibandingkan secara langsung dengan kapasitas hidraulis eksisting sebagaimana disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Evaluasi Kapasitas Saluran di Kelurahan Bidara Cina

Nama Saluran	Klasifikasi dan Periode Ulang	A (km ²)	I (mm/jam)	Q Hujan Rencana (Qr) (m ³ /det)	Q Hujan Kapasitas Eksisting (Qs) (m ³ /det)	Ket
Sungai Ciliwung (Batas Barat)	Makro Regional	-	-	Beban Kiriman	605.60	M
Sodetan Ciliwung (Twin Tunnel)	Makro Regional	-	-	Beban Alihan	42.72	M
Saluran Sekunder RW 07 (Utara)	Sekunder (T5)	0.025	78.71	0.44	0.15	TM
Saluran Sekunder RW 07 (Selatan)	Sekunder (T5)	0.020	78.71	0.35	0.12	TM
Saluran Phb Jln. Tanjung Lengkong	Phb (T5)	0.180	78.71	3.15	3.92	M
Saluran Sekunder RW 06 (Tanjung L.)	Sekunder (T5)	0.035	78.71	0.61	0.26	TM
Saluran Sekunder RW 11 (Rawan)	Sekunder (T5)	0.022	78.71	0.39	0.08	TM
Saluran Sekunder RW 14 (Sisi Selatan)	Sekunder (T5)	0.045	78.71	0.79	0.48	TM
Saluran Phb Jl. Otista Raya (Barat - Seg. 1)	Phb (T5)	0.110	78.71	1.93	2.16	M
Saluran Phb Jl. Otista Raya (Barat - Seg. 2)	Phb (T5)	0.130	78.71	2.28	2.83	M
Saluran Phb Jl. Otista Raya (Timur - Seg. 1)	Phb (T5)	0.100	78.71	1.75	1.66	TM
Saluran Phb Jl. Otista Raya (Timur - Seg. 2)	Phb (T5)	0.120	78.71	2.10	2.16	M
Saluran Phb Jln. Otista III (Seg. Pangkal)	Phb (T5)	0.090	78.71	1.58	1.33	TM
Saluran Sekunder Jln. Baiduri	Sekunder (T5)	0.065	78.71	1.14	0.96	TM
Saluran Sekunder Jln. Sariwangi	Sekunder (T5)	0.055	78.71	0.96	0.73	TM
Saluran Lingkar Inlet Sodetan	Phb (T10)	0.140	96.60	3.01	2.97	TM
Saluran Interkoneksi Otista ke Cipinang	Phb (T10)	0.085	96.60	1.83	1.66	TM

Keterangan:

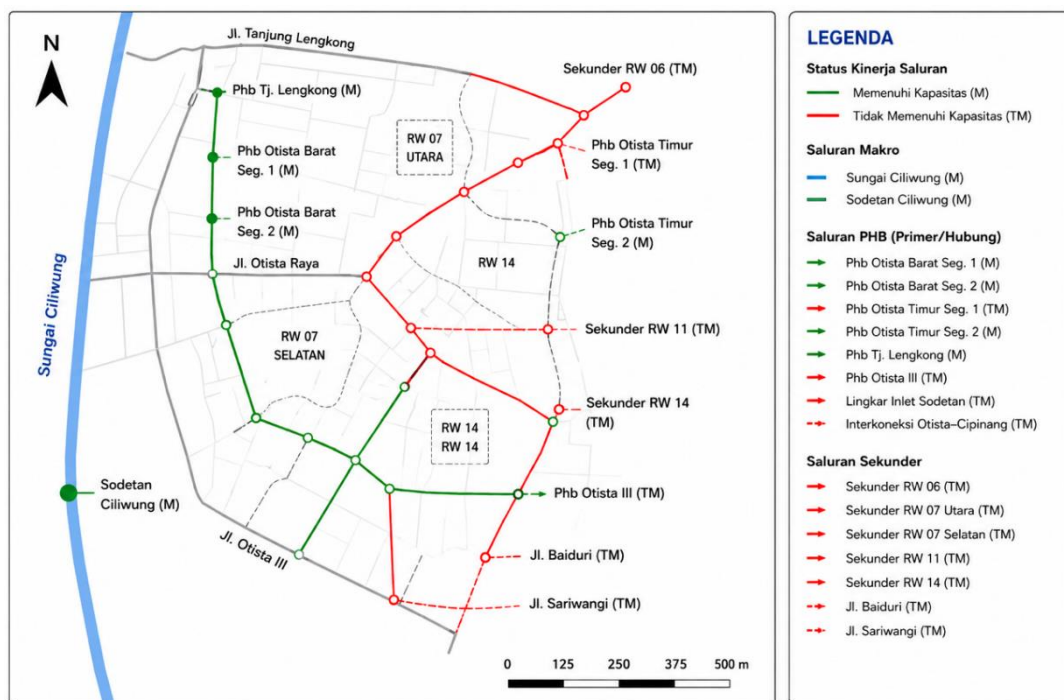
M = Memenuhi Kapasitas ($Q_s > Q_r$)

TM = Tidak Memenuhi ($Q_s < Q_r$)

Berdasarkan hasil analisis yang telah dijelaskan pada Tabel 1, terlihat jelas adanya perbedaan kinerja yang sangat mencolok antara sistem drainase makro regional dan jaringan drainase mikro internal di wilayah Kelurahan Bidara Cina. Infrastruktur strategis berskala besar seperti Sungai Ciliwung yang memiliki kapasitas tampung mencapai 605,60 m³/detik serta saluran ganda Sodetan Ciliwung dengan kapasitas alihan sebesar 42,72 meter m³/detik menunjukkan status hidraulik yang aman dalam mengurangi ancaman banjir kiriman dari wilayah hulu daerah aliran sungai. Keandalan kedua jalur pembuangan utama ini membuktikan bahwa intervensi struktural pemerintah dalam

mengendalikan debit aliran sungai utama telah berjalan efektif. Namun demikian, keberadaan infrastruktur makro tersebut ternyata belum mampu menyelesaikan akar permasalahan banjir lokal atau *pluvial flood* yang secara konsisten melanda kawasan interior pemukiman warga di dalam kelurahan. Temuan fenomena ini sejalan dengan pernyataan dari Wicaksono et al. (2021) yang mengonfirmasi bahwa penyelesaian problem banjir makro di jaringan tata air utama Jakarta tidak otomatis mengurangi risiko genangan lokal jika tidak dibarengi dengan pembenahan kapasitas drainase lingkungan. Hal ini juga diperkuat oleh Yosua et al. (2024) yang menegaskan bahwa bahaya banjir *pluvial* di kawasan padat urban sering kali disebabkan oleh kegagalan sistem pengaliran mikro akibat perubahan penggunaan lahan setempat, melampaui pengaruh fluktuasi air sungai induk.

Ketika simulasi pengujian dilakukan menggunakan beban curah hujan ekstrem dengan periode ulang lima dan sepuluh tahun, performa jaringan drainase tersier dan sekunder di kawasan interior mengalami penurunan drastis dengan tingkat kegagalan struktural yang sangat tinggi. Sebanyak tujuh dari lima belas segmen saluran penghubung utama dan saluran sekunder lokal berubah status menjadi tidak memenuhi kapasitas hidraulis. Fenomena luapan air di wilayah klaster pemukiman padat seperti RW 06, RW 07, dan RW 11 dipicu oleh keterbatasan dimensi penampang basah eksisting saluran yang sangat sempit, di mana rata-rata dimensi penampang hanya berkisar antara tiga puluh sentimeter hingga lima puluh sentimeter saja. Hambatan kapasitas hidraulis ini diperparah oleh akumulasi sedimen lumpur urban yang padat serta tumpukan sampah domestik yang secara signifikan memperkecil luas penampang efektif saluran, sehingga menaikkan koefisien kekasaran Manning dan menurunkan kecepatan aliran air menuju outlet akhir. Untuk menyajikan sebaran hambatan kapasitas ini secara spasial, hasil pemetaan geospasial jaringan drainase diilustrasikan pada Gambar 2. Visualisasi peta tersebut memanfaatkan gradasi warna kontras guna mempermudah identifikasi wilayah kritis, di mana warna merah merepresentasikan segmen saluran yang berstatus Tidak Memenuhi (TM) atau meluap, sedangkan warna hijau merepresentasikan segmen saluran yang Memenuhi (M) kapasitas debit rencana.



Gambar 2. Peta Skematik Spasial Kinerja Sistem Drainase Kelurahan Bidara Cina

Apabila ditinjau dari aspek geoteknik dan tata ruang perkotaan, wilayah Kelurahan Bidara Cina menyajikan karakteristik kerentanan yang jauh berbeda dibandingkan dengan kawasan dataran rendah Jakarta lainnya, seperti kawasan Kelapa Gading yang telah diteliti pada studi terdahulu. Jika sistem pengendalian banjir di Kelapa Gading sangat bertumpu pada pengoperasian jaringan rumah pompa berskala besar serta pembuatan kolam-kolam retensi polder buatan untuk menampung dan memobilisasi volume limpasan permukaan, Kelurahan Bidara Cina justru menghadapi keterbatasan ruang yang sangat ekstrem akibat pertumbuhan pemukiman organik yang sangat padat dan tidak teratur. Ketiadaan lahan kosong menyebabkan wilayah ini sama sekali tidak memiliki infrastruktur pengendali air lokal seperti waduk, polder, embung, ataupun kolam retensi mikro yang berfungsi sebagai penampung sementara saat intensitas hujan mencapai puncaknya.

Kondisi kerentanan spasial tersebut semakin diperburuk oleh karakteristik fisik tanah lokal yang didominasi oleh lapisan lempung jenuh air. Jenis tanah lempung jenuh ini secara mekanis memiliki koefisien permeabilitas yang sangat rendah dan kapasitas infiltrasi yang mendekati nol, sehingga hampir seluruh volume air hujan yang jatuh di atas permukaan tanah langsung dikonversikan menjadi debit limpasan permukaan secara seketika. Karakteristik tanah lempung jenuh air ini juga menjadi alasan ilmiah mengapa teknologi ramah lingkungan berbasis peresapan, seperti pembuatan sumur resapan dangkal atau lubang biopori, menjadi tidak efektif dan tidak direkomendasikan untuk diterapkan di Kelurahan Bidara Cina. Air yang masuk ke dalam tanah tidak dapat terinfiltrasi dengan cepat, sehingga penanganan genangan banjir di wilayah ini saat ini masih bersifat pasif dan darurat, yakni hanya mengandalkan operasional unit Rumah Pompa Stasioner Bidara Cina berskala kecil di bantaran sungai serta mobilisasi unit pompa portabel oleh suku dinas terkait ketika pemukiman warga sudah mulai tergenang air.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan evaluasi kapasitas hidraulika yang telah dilakukan, penelitian ini menyimpulkan bahwa mayoritas jaringan drainase sekunder dan penghubung di bagian interior Kelurahan Bidara Cina berada dalam kondisi tidak andal untuk menampung debit limpasan hujan rencana kala ulang lima tahun maupun sepuluh tahun. Meskipun sistem drainase makro regional seperti Sodetan Ciliwung berfungsi dengan sangat baik, kegagalan sistem pengaliran air lokal di tingkat pemukiman tetap terjadi secara masif akibat adanya masalah penyempitan dimensi geometri saluran atau bottleneck pada saluran-saluran tersier perkampungan. Kondisi kritis ini dikonfirmasi oleh status hidraulik saluran pemukiman yang tidak memenuhi kapasitas tampung, yang dipercepat oleh karakteristik lapisan tanah berupa lempung jenuh air dengan kemampuan infiltrasi yang sangat rendah serta ketiadaan lahan terbuka untuk pembangunan polder atau waduk retensi lokal di lingkungan RW 06, RW 07, dan RW 11.

Sebagai rekomendasi praktis bagi pemangku kebijakan, disarankan kepada Pemerintah Provinsi DKI Jakarta melalui Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur bersama otoritas kelurahan setempat untuk segera menginisiasi program revitalisasi fisik jaringan drainase secara terpadu. Langkah nyata yang dapat diambil meliputi pembongkaran dan pelebaran dinding penampang saluran got di dalam pemukiman, pelaksanaan pengerukan sedimen lumpur secara berkala, serta rekayasa interkoneksi pipa sekunder warga agar dialirkan secara langsung menuju struktur sumur inlet proyek strategis Sodetan Ciliwung. Melalui integrasi saluran lokal ke dalam sistem makro tersebut, air hujan di kawasan interior pemukiman dapat langsung dibuang ke sistem sungai utama tanpa harus tertahan lama di area jalan lingkungan perkampungan.

Secara teoritis, penelitian ini memiliki ruang lingkup analisis hidraulika yang didasarkan pada data sekunder geometri saluran resmi dari Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur. Meskipun data tersebut valid dan representatif untuk kondisi lapangan saat ini, analisis yang dilakukan masih terbatas pada pendekatan evaluasi kapasitas statis-komparatif. Oleh sebab itu, untuk pengembangan penelitian selanjutnya, sangat disarankan bagi peneliti berikutnya untuk mengintegrasikan data dimensi eksisting ini ke dalam pemodelan simulasi digital dinamis dua dimensi menggunakan perangkat lunak hidrodinamika yang andal seperti EPA SWMM atau HEC-RAS. Melalui pendekatan pemodelan dinamis tersebut, perilaku fluktuasi air permukaan, efek aliran balik atau *backwater effect* akibat elevasi Sungai Ciliwung, serta profil perluasan genangan air secara spasial dan temporal di wilayah perkotaan padat dapat diprediksi dengan tingkat presisi yang jauh lebih tinggi.

REFERENCES

- Andriani, N., Indera, E., Suciati, H., & Fauzan. (2021). Analisa Kapasitas Saluran Drainase Terhadap Genangan Banjir pada Ruas Jalan Tengku Sulung, Batam. *Zona Teknik: Jurnal Ilmiah*, 15(2), 27-35. <http://dx.doi.org/10.37776/zt.v15i2.810>
- BMKG. (2026). *Data curah hujan Stasiun Halim Perdanakusuma* [Dataset]. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. <https://dataonline.bmkg.go.id>
- Dhiniati, F., Diansari, L. E., & Yuriansyah, R. (2023). Analisis kapasitas saluran drainase terhadap genangan air pada Jalan Trip Yunus Kota Pagar Alam. *Gradasi*, 7(1). <https://doi.org/10.31961/gradasi.v7i1.1447>
- Fakhrurrazi, & Effendie, F. (2024). Analisa Kapasitas Saluran Drainase pada Jalan Haryono M.T Kota Banjarmasin. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 8(1), 1-10. <https://doi.org/10.31961/gradasi.v8i1.1425>
- Fiorillo, D., De Paola, F., Ascione, G., & Giugni, M. (2022). Drainage systems optimization under climate change scenarios. *Water Resources Management*, 36, 4579–4594. <https://doi.org/10.1007/s11269-022-03187-0>
- Haryono, A. T. E., & Erdianto, F. (2008). *Perencanaan Jaringan Drainase Sub System Bandarharjo Barat*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Kartawijaya, S. A., Sutandi, A., & Kurniawan, V. (2021). Analisis kapasitas saluran drainase di Kecamatan Kelapa Gading. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(2), 469–480.
- Kodoatie, R. J. (2013). *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Penerbit Andi.
- Koto, M. I. (2021). *Analisa kinerja dan kapasitas drainase kawasan Jalan Dr. Mansyur Kecamatan Medan Selayang* [Skripsi]. Universitas Medan Area.
- Kuok, K. K., Chiu, P. C., Rahman, M. R., Mohamad Said, K. A., & Chin, M. Y. (2023). Evaluation of total infiltration and storage capacities for different soil types in Sarawak using SWMM. *Discover Water*, 3(18), 1–14.
- Li, J., Strong, C., Wang, J., & Burian, S. (2023). An event-based resilience index to assess the impacts of land imperviousness and climate changes on flooding risks in urban drainage systems. *Water*, 15(14), 2663.
- Musodik, A., Prawati, E., & Surandono, A. (2021). Analisis kapasitas saluran drainase Kelurahan Margorejo Kecamatan Metro Selatan Kota Metro (Studi kasus Jalan Cemara dan Jalan Kapten Tendean). *JUMATISI*, 2(2). <http://scholar.umm metro.ac.id/index.php/jumatisi/index>
- Nabila, D. H. (2024). *Analisis kapasitas sistem drainase Jalan Ir. H. Juanda Kota Bandung dengan menggunakan PCSWMM* [Skripsi]. Universitas Pendidikan Indonesia.

- Nopriansyah, I. (2022). *Analisa kapasitas drainase untuk menanggulangi banjir pada Perumahan Kembar Lestari I Jambi* [Tugas Akhir]. Universitas Batanghari.
- Osheen, A., et al. (2024). Enhancing urban drainage infrastructure through implementation of low impact development techniques. *Water Resources Management*.
- Pambudi, A. S. (2021). Analisis stabilitas bangunan pengendali sedimen pada kondisi banjir rancangan dan tampungan sedimen penuh: Suatu kasus di Arboretum Sumber Brantas, Kota Batu. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha*, 17(2), 88–183.
- Prawati, E., & Juansyah, A. K. (2021). Analisis kapasitas saluran drainase terhadap banjir pada ruas Jalan Rapol – Gang Lambau Kota Metro – Lampung. *Jurnal Tapak*, 11(1). <https://doi.org/10.24127/tp.v11i1.1799>
- Sabuna, H. M. Y. P. (2014). *Optimasi Jumlah Sumur Resapan di Wilayah Kota Batu*. Institut Teknologi Nasional.
- Sani, Y., & Akbar, N. A. (2024). *Analisis kapasitas drainase di Jalan Gajah Raya Kota Semarang* [Tugas Akhir]. Universitas Semarang.
- Suku Dinas Sumber Daya Air Jakarta Timur. (2026). *Data-Data Saluran Drainase Eksisting*. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta.
- Sunjaya, E., Iskahar, I., & Marhendi, T. (2025). Analisis kapasitas drainase Jalan Lasda Yos Sudarso Brebes dengan metode rasional. *CIVeng*, 6(2), 65–72.
- Sutanto, N. T., & Pranoto, W. A. (2020). Analisis banjir Kelurahan Tanjung Duren Selatan. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 3(3), 569–582.
- Wardaningrum, A. S., & Sudinda, T. W. (2020). Evaluasi kapasitas saluran drainase pada kawasan Kelapa Gading. *Jurnal Teknik Sipil Maranatha*, 16(2), 115–126. <https://journal.maranatha.edu/index.php/jts/article/view/3967/2136>
- Wahyudi, M. A., Saputra, A. J., & Savitri, A. ([Tahun]). Analisis kapasitas saluran drainase pada wilayah rawan banjir dengan menggunakan pemodelan perangkat lunak SWMM. *Jurnal Media Konstruksi (JMK)*, 10(1). <https://doi.org/10.33772/jmk.v10i1.96>
- Wicaksono, I. S., Nugroho, S. P., & Yuniarto, B. (2021). Impact of drainage problems in the City of Jakarta. *Jurnal Geografi Edukasi dan Lingkungan*, 5(2), 95–104. <https://jurnal.uns.ac.id/jged/article/view/44872>
- Yosua, H., Kusuma, M. S. B., & Nugroho, J. (2024). An assessment of pluvial hazard in South Jakarta based on land-use/cover change from 2016 to 2022. *Frontiers in Built Environment*, 9, 1345894.
- Yudianto, D., & Roy, A. F. V. (2009). Pemanfaatan kolam retensi dan sumur resapan pada sistem drainase kawasan padat penduduk. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha*, 5(2), 93–169.