

Evaluasi Kapasitas dan Kinerja Drainase Akibat Perubahan Tata Guna Lahan di Kecamatan Alam Barajo, Kota Jambi

Muhammad Guntur^{1*}, M. Farandika Akbar², Anissa Zuhrita³

¹Jurusan Teknik Sipil, Kimia & Lingkungan, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Jambi

²Jurusan Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi

³Magister Penginderaan Jauh, Universitas Gadjah Mada

*Korespondensi : muhammadguntur@unja.ac.id

Abstrak

Perkembangan perumahan di Kecamatan Alam Barajo menyebabkan perubahan tata guna lahan yang meningkatkan limpasan permukaan dan menurunkan kapasitas drainase, sehingga berpotensi menimbulkan genangan atau banjir. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kapasitas drainase serta efektivitas upaya pengelolannya. Analisis hidrologi dilakukan dengan metode Rasional untuk menghitung debit limpasan berdasarkan curah hujan, koefisien limpasan, dan luas tangkapan, sedangkan analisis hidrolika menggunakan perangkat lunak HEC-RAS untuk mensimulasikan profil muka air dan potensi luapan. Hasil kondisi eksisting menunjukkan adanya luapan pada beberapa segmen saluran dengan tinggi genangan 0,01–0,13 m. Setelah dilakukan pengelolaan melalui pembangunan kolam retensi, bak indikator, bak kontrol, serta normalisasi saluran di bagian timur dan utara, simulasi menunjukkan tidak ada lagi luapan. Upaya tersebut terbukti meningkatkan kapasitas drainase dan mengurangi potensi banjir di kawasan perumahan.

Kata kunci : Drainase Perkotaan, Limpasan Permukaan, Pemodelan HEC-RAS, Kolam Retensi, Pengendalian banjir

Abstract

The rapid residential development in Alam Barajo District has driven land-use changes that increase surface runoff and reduce drainage capacity, creating a heightened risk of localized flooding. This study evaluates existing drainage performance and the effectiveness of various management interventions. Using the Rational Method to determine runoff discharge and HEC-RAS software to simulate water surface profiles, the analysis reveals that current conditions result in overflows across several channel segments with inundation depths ranging from 0.01 to 0.13 m. However, simulations demonstrate that implementing strategic measures, including the construction of retention ponds, indicator tanks, and control manholes, combined with channel normalization in the eastern and northern sectors, effectively eliminates these overflows, proving that such interventions significantly enhance drainage capacity and successfully mitigate flood risks within the residential area.

Keyword : Flood Control, HEC-RAS Modeling, Retention Basins, Surface Runoff, Urban Drainage

Pendahuluan

Fenomena urbanisasi yang terus meningkat mendorong ekspansi kawasan perkotaan ke wilayah pinggiran dan mengubah tata guna lahan dari area terbuka menjadi kawasan terbangun. Perubahan ini berdampak pada sistem hidrologi, terutama meningkatnya koefisien limpasan dan debit aliran permukaan akibat berkurangnya daya resap tanah (Nurhamidah et al., 2018:131-138). Kondisi tersebut menegaskan pentingnya

pengelolaan tata guna lahan dalam mengendalikan permasalahan hidrologi di kawasan perkotaan.

Perkembangan kawasan permukiman yang pesat seiring pertumbuhan penduduk meningkatkan volume limpasan yang harus dialirkan oleh sistem drainase perkotaan (Setyawan et al., 2018:55-6). Sistem drainase yang dirancang untuk mengalirkan air hujan secara efisien sering kali mengalami penurunan kinerja akibat peningkatan debit limpasan, sedimentasi, serta kurangnya pemeliharaan. Ketidaksesuaian antara kapasitas saluran dan debit aliran ini berpotensi menimbulkan genangan hingga banjir yang mengganggu aktivitas masyarakat (Faradina et al., 2018:128-133; Dhiniati et al., 2023).

Berbagai kota di Indonesia, sistem drainase eksisting umumnya masih mengacu pada kondisi tata guna lahan sebelumnya sehingga tidak mampu mengimbangi peningkatan limpasan akibat bertambahnya kawasan terbangun. Berkurangnya area resapan juga memperbesar risiko kelebihan kapasitas saluran. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengelolaan seperti pembangunan kolam retensi, normalisasi saluran, serta penyediaan bak kontrol untuk meningkatkan kinerja sistem drainase (Cahyono & Miguez, 2024:10–16; Wayangkau & Hattu, 2025:1–6; Sedyowati & Suhartanto, 2015:56–63; Br. Lingga et al., 2025; Rochdian et al., 2026:520–533). Selain itu, pembangunan bak kontrol berperan penting dalam menahan sedimen serta mendukung kegiatan inspeksi dan pemeliharaan saluran agar tetap berfungsi optimal (Pongtuluran et al., 2025:1-6). Kondisi ini akan sangat berkaitan dengan bagaimana daya dukung lingkungan yang ada akan berpotensi berpengaruh sehingga diperlukan kajian secara holistik terhadap segala aspek lingkungan yang ada (Akbar et al., 2025:221-238).

Kecamatan Alam Barajo di Kota Jambi merupakan salah satu wilayah yang mengalami perkembangan pesat, khususnya pada sektor perumahan, dengan peningkatan luas lahan terbangun dan pertumbuhan penduduk yang signifikan (Mardalena et al., 2025:9-18). Perubahan tersebut menyebabkan meningkatnya limpasan permukaan yang memberikan tekanan pada sistem drainase eksisting. Meskipun penelitian terkait pengelolaan drainase telah banyak dilakukan, kajian yang mengintegrasikan analisis hidrologi dan hidrolika untuk mengevaluasi kapasitas drainase serta efektivitas skenario pengelolaan pada kawasan perumahan berkembang masih terbatas (Pamungkas et al., 2025:371-378).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas dan kinerja sistem drainase akibat perubahan tata guna lahan di Kecamatan Alam Barajo, serta menganalisis efektivitas upaya pengelolaan berupa kolam retensi, bak indikator, bak kontrol, dan normalisasi saluran dalam mengurangi potensi genangan dan meningkatkan

kinerja drainase.

Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada sistem drainase di Kecamatan Alam Barajo yang mengalami perkembangan pesat kawasan permukiman, dengan fokus pada saluran primer dan sekunder yang menerima limpasan dari perumahan dan jaringan jalan. Upaya pengelolaan yang dikaji meliputi pembangunan kolam retensi, bak indikator, bak kontrol pada setiap unit perumahan, serta perbaikan dan pengerukan saluran untuk meningkatkan kapasitas aliran. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kapasitas dan kinerja sistem drainase dalam mengalirkan debit limpasan akibat perubahan tata guna lahan.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis dimulai dari studi literatur yang berkaitan dengan hidrologi dan sistem drainase perkotaan sebagai dasar konseptual penelitian. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data, baik data primer melalui survei lapangan maupun data sekunder dari instansi terkait untuk mendukung analisis yang dilakukan.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk menentukan curah hujan dan hujan rancangan sebagai dasar dalam perhitungan debit limpasan menggunakan metode hidrologi. Tahapan ini menjadi penting karena hasil perhitungan debit limpasan akan digunakan sebagai acuan dalam menilai kemampuan sistem drainase dalam menampung aliran air hujan.

Tahap berikutnya meliputi analisis kapasitas saluran drainase menggunakan pendekatan hidraulika serta pemodelan aliran dengan bantuan perangkat lunak HEC-RAS. Hasil pemodelan digunakan untuk mengevaluasi kinerja sistem drainase terhadap debit limpasan yang terjadi serta menganalisis efektivitas upaya pengelolaan, seperti kolam retensi dan perbaikan saluran, dalam meningkatkan kapasitas dan kinerja drainase. Secara lebih jelas disajikan *flowchart* metode penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flowchart* Metode Penelitian
Sumber: Hasil Analisis Penulis, 2025

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan debit banjir rencana yang terjadi pada wilayah penelitian. Penentuan debit banjir rencana dilakukan menggunakan metode rasional, yang merupakan metode yang umum digunakan dalam perencanaan drainase perkotaan terutama untuk daerah tangkapan air yang relatif kecil. Persamaan metode rasional dinyatakan sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Keterangan :

- Q = Debit air limpasan (m³/dt)
- C = Koefisien limpasan
- I = Intensitas curah hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah tangkapan hujan (km²)

Koefisien limpasan ditentukan berdasarkan jenis penggunaan lahan seperti permukiman, lahan terbuka, dan ruang terbuka hijau. Metode rasional banyak digunakan dalam analisis drainase perkotaan karena mampu memberikan estimasi debit puncak secara sederhana namun cukup representatif untuk daerah tangkapan kecil (McCuen, 2004:1-15).

Penentuan curah hujan rencana dilakukan melalui analisis frekuensi menggunakan beberapa parameter statistik seperti rata-rata, standar deviasi, koefisien kemencengan (*skewness*), koefisien variasi, dan koefisien kurtosis. Berdasarkan hasil pengujian parameter statistik, distribusi Log Pearson Tipe III digunakan untuk menentukan curah hujan rencana pada kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, dan 50 tahun (Haan, 1977:45-60).

Setelah nilai curah hujan rencana diperoleh, intensitas hujan dihitung menggunakan persamaan *Mononobe* dan kemudian digunakan untuk menghitung debit banjir rencana dengan metode rasional. Perhitungan debit dilakukan untuk dua kondisi, yaitu kondisi sebelum pembangunan perumahan dan kondisi setelah pembangunan, sehingga dapat diketahui perubahan debit limpasan akibat perubahan tata guna lahan.

Analisis Hidraulika Saluran

Analisis hidraulika dilakukan untuk mengetahui kapasitas aliran maksimum yang dapat ditampung oleh saluran drainase. Perhitungan kapasitas saluran dilakukan menggunakan persamaan Manning yang umum digunakan untuk menganalisis aliran pada saluran terbuka (Chow, 1959:1-20).

Persamaan Manning dinyatakan sebagai berikut:

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

dengan:

- Q = debit aliran (m³/det)
- n = koefisien kekasaran Manning
- A = luas penampang aliran (m²)
- R = jari-jari hidraulik (m)
- S = kemiringan dasar saluran

Nilai koefisien kekasaran Manning ditentukan berdasarkan jenis material saluran seperti beton, pasangan batu, atau tanah. Hasil perhitungan kapasitas saluran kemudian dibandingkan dengan debit limpasan rencana untuk mengetahui apakah saluran mampu mengalirkan debit tersebut atau berpotensi menyebabkan genangan.

Pemodelan Hidraulika Menggunakan HEC-RAS

Untuk memperoleh analisis yang lebih komprehensif, penelitian ini juga menggunakan pemodelan hidraulika dengan perangkat lunak HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center – River Analysis System*). Perangkat lunak ini dikembangkan oleh U.S. Army Corps of Engineers dan banyak digunakan untuk analisis aliran pada saluran terbuka. Hasil simulasi HEC-RAS digunakan untuk memvisualisasikan kondisi aliran dan mengevaluasi efektivitas sistem drainase dalam mengalirkan debit limpasan dari kawasan perumahan.

Evaluasi Kinerja Sistem Drainase

Evaluasi kinerja drainase dilakukan dengan membandingkan debit limpasan rencana dan kapasitas saluran dengan atau tanpa adanya kegiatan dari perubahan tata guna lahan; jika kapasitas lebih kecil, maka berpotensi terjadi limpasan dan genangan. Penelitian ini juga menilai efektivitas upaya pengelolaan yang telah diterapkan, dengan hasil yang diharapkan dapat menjadi dasar rekomendasi untuk meningkatkan kinerja sistem drainase perkotaan dalam mengurangi risiko genangan akibat perkembangan kawasan permukiman.

Hasil Dan Pembahasan

Analisis Hidrologi

Dengan menggunakan persamaan Mononobe untuk intensitas hujan, diperoleh nilai intensitas curah hujan sebagai berikut:

Tabel 1. Perhitungan Intensitas Curah Hujan

No.	Kala Ulang (Tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)
1.	5 Tahun	114,338	12,060
2.	10 Tahun	126,459	13,339
3.	25 Tahun	140,807	14,852
4.	50 Tahun	150,936	15,921

Sumber: Hasil Analisis, 2023.

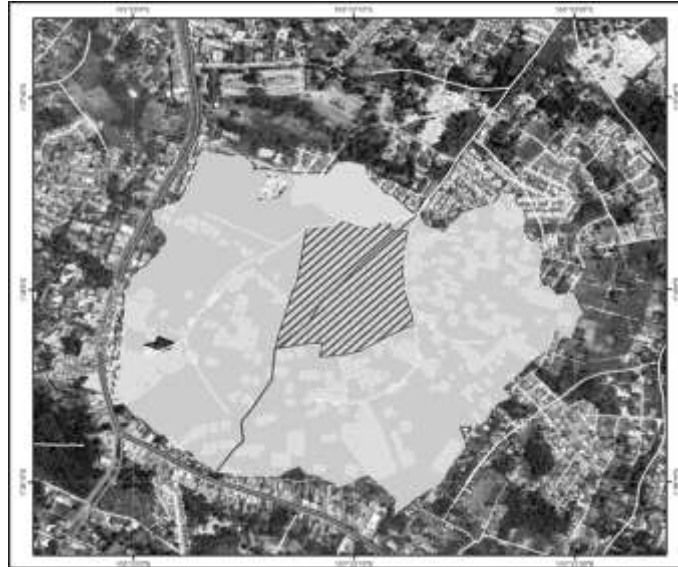
Luas lahan berdasarkan peruntukannya pada area wilayah studi adalah sebagaimana tabel berikut :

Tabel 2. Areal Tutupan Lahan Wilayah Studi Sub-Das Anak Sungai Kenali Besar

No.	Keterangan	Area	Peruntukan Lahan	A (m ²)	A (km ²)
1	Tanpa Pembangunan	Anak Sungai Bagian Timur	Lahan Hijau	21.0324,54	0,21032
			Permukiman	64.967,60	0,0649676
		Anak Sungai Bagian Utara	Kolam/Badan Air	1.221,84	0,0012218
			Lahan Terbuka	9.004,35	0,0090044
2	Dengan Adanya	Anak Sungai Bagian Timur	Pemukiman	65.212,15	0,0652122
			Lahan Hijau	222.610,43	0,2226104
		Anak Sungai Bagian Timur	Lahan Hijau	181.661,07	0,181661
			Permukiman	64.967,60	0,0649676

No.	Keterangan	Area	Peruntukan Lahan	A (m ²)	A (km ²)
	Pembangunan		Kolam/Badan Air	1.221,84	0,0012218
		Anak Sungai Bagian Utara	Lahan Terbuka	9.004,35	0,0090044
			Pemukiman	65.212,15	0,0652122
			Lahan Hijau	183.111,91	0,183111

Sumber: Hasil Analisis, 2023.



Gambar 2. Peta Areal Tutupan Lahan Wilayah Studi Sub-DAS Anak Sungai Kenali Besar
 Sumber: Hasil Analisis, 2023.

Perhitungan nilai debit banjir rencana berdasarkan metode rasional tanpa adanya pembangunan dan dengan adanya Pembangunan menggunakan kala ulang 50 tahun diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Debit Banjir Rencana Tanpa Adanya Kegiatan dan Dengan Adanya Kegiatan

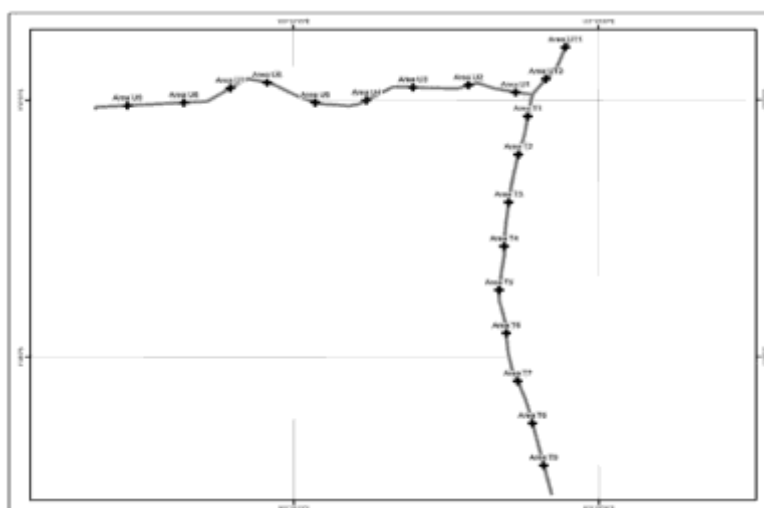
No	Keterangan	Area	Peruntukan Lahan	0,278	C	I (50 tahun)	A km ²	Q=	Q =M ³ /Jam
								M ³ /Detik	50 tahun
1	Tanpa Adanya Kegiatan	Anak Sungai Bagian Timur	Lahan Hijau	0,278	0,20	15,921	0,210325	0,186	669,914
			Permukiman	0,278	0,80		0,064968	0,230	827,725
		Anak Sungai Bagian Utara	Kolam/Badan Air	0,278	0,05		0,001222	0,000	0,973
			Lahan Terbuka	0,278	0,25		0,009004	0,010	35,850
		Permukiman	0,278	0,80	0,065212		0,231	830,841	
		Lahan Hijau	0,278	0,20	0,222610		0,197	709,047	
Q Total							0,573334	0,85398	3074,350
2	Dengan Adanya Kegiatan	Anak Sungai Bagian Timur	Lahan Hijau	0,278	0,20	15,921	0,181661	0,161	578,617
			Permukiman	0,278	0,80		0,064968	0,230	827,725
		Anak Sungai Bagian Utara	Kolam/Badan Air	0,278	0,05		0,001222	0,000	0,973
			Lahan Terbuka	0,278	0,25		0,009004	0,010	35,850

No	Keterangan	Area	Peruntukan Lahan	0,278	C	I (50 tahun)	A km ²	Q=	Q =M ³ /Jam
								M ³ /Detik	50 tahun
			Pemukiman	0,278	0,80		0,065212	0,231	830,841
			Lahan Hijau	0,278	0,20		0,183112	0,162	583,238
Q Total							0,505179	0,21748	2857,244
Selisih Debit Banjir Rencana Tanpa Adanya Kegiatan dan Dengan Adanya Kegiatan								0,06030	217,1059

Sumber: Hasil Analisis, 2023.

Analisis Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui daya tampung drainase atau aliran anak sungai pada wilayah studi anak sungai kenali besar pada perumahan di Kecamatan Alam Barajo yang diuji menggunakan debit banjir rencana metode rasional untuk kala ulang 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, dan 25 tahun. Project Area Pemodelan drainase/aliran anak sungai menggunakan software HEC-RAS dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Project Area Pemodelan Drainase /Aliran Anak Sungai Area Perumahan

Sumber: Hasil Analisis, 2023.

Area Pemodelan drainase/aliran anak sungai terdapat 20 titik dengan jarak 25 meter yang terbagi menjadi 3 area yaitu bagian utara anak sungai kenali besar sebanyak 9 titik area, bagian timur anak sungai kenali besar sebanyak 9 titik area dan bagian pertemuan sebanyak 2 titik area. Hasil informasi ketinggian banjir baik sebelum dan setelah adanya kegiatan dapat dilihat pada dapat dilihat pada tabel bawah sebagai berikut:

Tabel 4. Perhitungan Tinggi Banjir Hujan Rencana Sebelum Kegiatan

Reach	River Sta	Profile	Min Ch Elev (m)	W.S. Elev (m)	Tinggi Air (m)	Tinggi Saluran (m)	Keterangan
Timur	T1	50 Tahun	19,00	19,22	0,22	0,75	Tidak Banjir
Timur	T2	50 Tahun	19,08	19,44	0,36	1	Tidak Banjir
Timur	T3	50 Tahun	19,15	19,49	0,34	0,40	Tidak Banjir
Timur	T4	50 Tahun	19,23	19,54	0,31	0,68	Tidak Banjir
Timur	T5	50 Tahun	19,30	19,68	0,38	0,40	Tidak Banjir
Timur	T6	50 Tahun	19,38	19,71	0,33	0,32	Banjir
Timur	T7	50 Tahun	19,45	19,77	0,32	0,65	Tidak Banjir
Timur	T8	50 Tahun	19,53	19,77	0,24	0,57	Tidak Banjir

Reach	River Sta	Profile	Min Ch Elev (m)	W.S. Elev (m)	Tinggi Air (m)	Tinggi Saluran (m)	Keterangan
Timur	T9	50 Tahun	19,60	19,92	0,32	0,65	Tidak Banjir
Utara	U1	50 Tahun	19,00	19,20	0,2	0,45	Tidak Banjir
Utara	U2	50 Tahun	19,08	19,44	0,36	0,35	Banjir
Utara	U3	50 Tahun	19,15	19,51	0,36	0,35	Banjir
Utara	U4	50 Tahun	19,23	19,54	0,31	0,55	Tidak Banjir
Utara	U5	50 Tahun	19,30	19,57	0,27	0,15	Banjir
Utara	U6	50 Tahun	19,38	19,63	0,25	0,17	Banjir
Utara	U7	50 Tahun	19,45	19,68	0,23	0,10	Banjir
Utara	U8	50 Tahun	19,53	19,74	0,21	0,15	Banjir
Utara	U9	50 Tahun	19,60	19,79	0,19	0,08	Banjir
Titik Temu	UT1	50 Tahun	19,00	19,42	0,42	1	Tidak Banjir
Titik Temu	UT2	50 Tahun	19,08	19,69	0,61	0,50	Banjir

Sumber: Hasil Analisis, 2023.

Tabel 5. Perhitungan Tinggi Banjir Hujan Rencana Setelah Kegiatan

Reach	River Sta	Profile	Min Ch Elev (m)	W.S. Elev (m)	Tinggi Air (m)	Tinggi Saluran (m)	Keterangan
Timur	T1	50 Tahun	19,00	19,21	0,21	1	Tidak Banjir
Timur	T2	50 Tahun	19,08	19,46	0,38	1	Tidak Banjir
Timur	T3	50 Tahun	19,15	19,54	0,39	1	Tidak Banjir
Timur	T4	50 Tahun	19,23	19,62	0,39	1	Tidak Banjir
Timur	T5	50 Tahun	19,30	19,70	0,4	1	Tidak Banjir
Timur	T6	50 Tahun	19,38	19,77	0,39	1	Tidak Banjir
Timur	T7	50 Tahun	19,45	19,85	0,4	1	Tidak Banjir
Timur	T8	50 Tahun	19,53	19,93	0,4	1	Tidak Banjir
Timur	T9	50 Tahun	19,60	20,00	0,4	1	Tidak Banjir
Utara	U1	50 Tahun	19,00	19,29	0,29	1	Tidak Banjir
Utara	U2	50 Tahun	19,08	19,62	0,54	1	Tidak Banjir
Utara	U3	50 Tahun	19,15	19,73	0,58	1	Tidak Banjir
Utara	U4	50 Tahun	19,23	19,82	0,59	1	Tidak Banjir
Utara	U5	50 Tahun	19,30	19,91	0,61	1	Tidak Banjir
Utara	U6	50 Tahun	19,38	19,99	0,61	1	Tidak Banjir
Utara	U7	50 Tahun	19,45	20,07	0,62	1	Tidak Banjir
Utara	U8	50 Tahun	19,53	20,14	0,61	1	Tidak Banjir
Utara	U9	50 Tahun	19,60	20,22	0,62	1	Tidak Banjir
Titik Temu	UT1	50 Tahun	19,00	19,40	0,4	1	Tidak Banjir
Titik Temu	UT2	50 Tahun	19,08	19,63	0,55	1	Tidak Banjir

Sumber: Hasil Analisis, 2023.

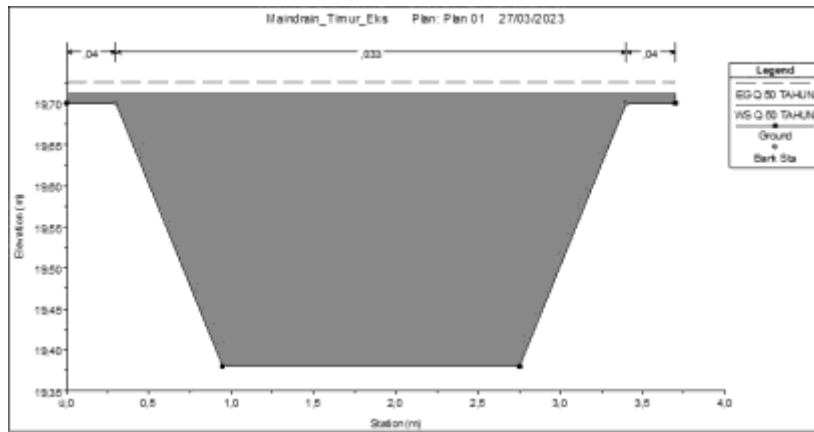
Berdasarkan Tabel 4, hasil simulasi hidraulika pada kondisi eksisting menunjukkan bahwa beberapa segmen saluran belum mampu mengimbangi debit limpasan, yang tercermin dari munculnya luapan pada anak sungai bagian timur, utara, serta titik pertemuan aliran. Temuan ini mengindikasikan adanya ketidakseimbangan antara kapasitas saluran dan beban limpasan, terutama pada kawasan yang mengalami intensifikasi penggunaan lahan. Kondisi ini tidak hanya bersifat lokal, tetapi juga konsisten dengan karakteristik umum drainase perkotaan di wilayah berkembang, di mana peningkatan limpasan akibat perubahan tata guna lahan sering kali tidak diikuti oleh penyesuaian kapasitas infrastruktur (Suripin, 2004:23-35).

Pada anak sungai bagian timur, genangan relatif kecil (0,01 m) menunjukkan kondisi saluran yang berada pada ambang kapasitas, sedangkan pada bagian utara ditemukan

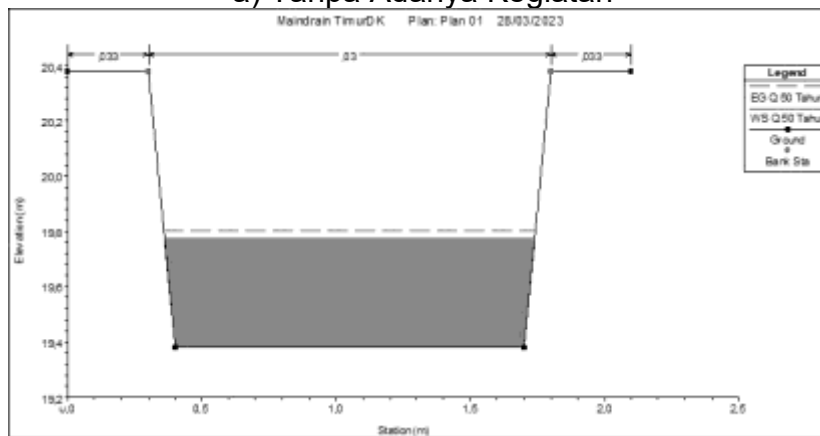
variasi genangan hingga 0,13 m yang menandakan keterbatasan kapasitas yang lebih signifikan. Jika dibandingkan dengan penelitian lain, kondisi ini sejalan dengan temuan Ven Te Chow yang menyatakan bahwa keterbatasan dimensi saluran dan perubahan karakteristik aliran merupakan faktor utama penurunan kinerja hidraulik (Chow, 1959:15-20). Selain itu, studi oleh Ahiablame et al. (2012:4253-4273) juga menunjukkan bahwa tanpa pengendalian limpasan di hulu, sistem drainase perkotaan cenderung mengalami kelebihan beban pada segmen hilir. Hal ini diperkuat oleh temuan pada titik pertemuan aliran (UT2), di mana akumulasi debit dari beberapa saluran meningkatkan risiko luapan, sebagaimana dijelaskan oleh David R. Maidment (Maidment, 1993:101-120).

Setelah penerapan upaya pengelolaan, hasil simulasi pada Tabel 5 menunjukkan perubahan yang signifikan, yaitu tidak ditemukannya lagi titik luapan pada seluruh area studi. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan kombinatif antara peningkatan kapasitas saluran (normalisasi) dan pengendalian limpasan (kolam retensi dan sistem kontrol) lebih efektif dibandingkan pendekatan tunggal. Hasil ini sejalan dengan berbagai penelitian sebelumnya yang menekankan efektivitas integrasi infrastruktur abu-abu (*grey infrastructure*) dan pengelolaan berbasis sumber (*source control*) dalam mengurangi debit puncak dan meningkatkan kinerja sistem drainase (Ahiablame et al., 2012:4253-4273). Dengan demikian, penelitian ini memperkuat bukti empiris bahwa intervensi terpadu mampu mengatasi permasalahan drainase secara lebih komprehensif.

Dari perspektif tata ruang, temuan ini menegaskan bahwa pengembangan kawasan permukiman perlu diiringi dengan perencanaan drainase yang adaptif terhadap perubahan hidrologi. Integrasi fasilitas seperti kolam retensi dan sistem kontrol dalam perencanaan kawasan menjadi penting untuk menjaga keseimbangan antara pembangunan dan daya dukung lingkungan. Selain itu, implikasi bagi manajemen drainase perkotaan menunjukkan perlunya pendekatan preventif melalui pengendalian limpasan sejak dari sumber, bukan hanya mengandalkan peningkatan kapasitas saluran. Strategi ini mendukung konsep drainase perkotaan berkelanjutan yang menekankan efisiensi, ketahanan sistem, serta pengurangan risiko genangan dalam jangka panjang.

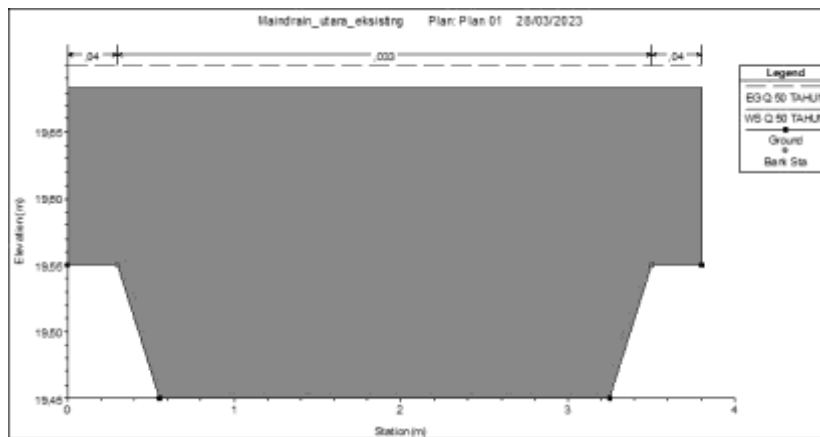


a) Tanpa Adanya Kegiatan

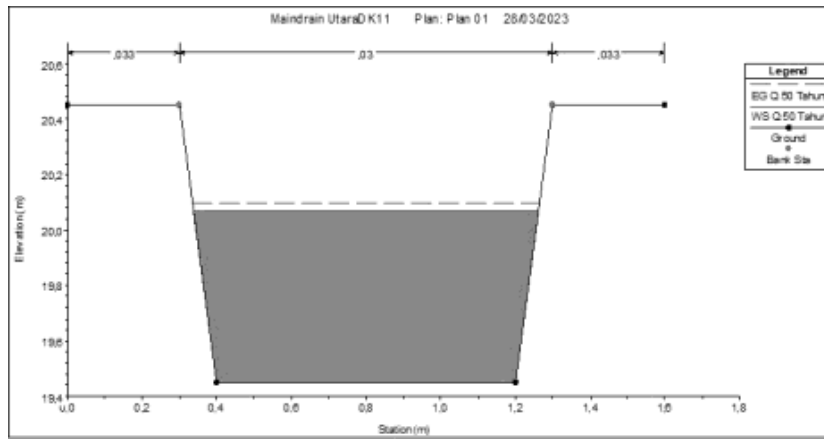


b) Dengan Adanya Kegiatan

Gambar 4. Hasil Pemodelan HEC-RAS pada Anak Sungai Bagian Timur (Area T6)
Sumber: Hasil Analisis, 2023.

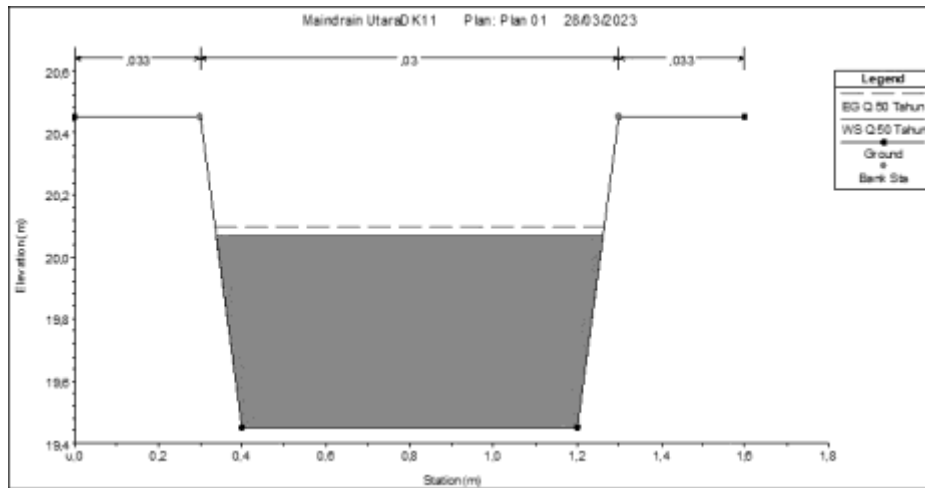


a) Tanpa Adanya Kegiatan

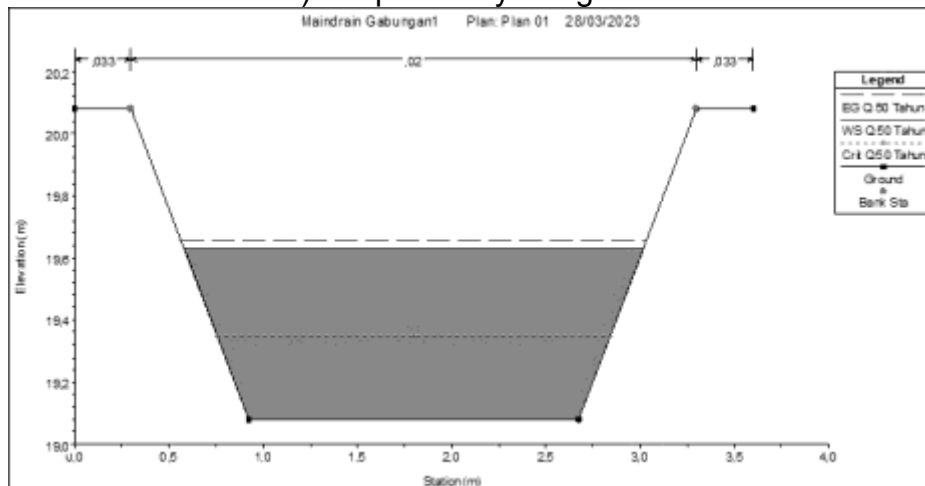


b) Dengan Adanya Kegiatan

Gambar 5. Hasil Pemodelan HEC-RAS pada Anak Sungai Bagian Utara (Area U7)
Sumber: Hasil Analisis, 2023.



a) Tanpa Adanya Kegiatan



b) Dengan Adanya Kegiatan

Gambar 6. Hasil Pemodelan HEC-RAS pada Pertemuan Anak Sungai Bagian Utara dan Timur (Area UT2)
Sumber: Hasil Analisis, 2023.

Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6 menunjukkan perbandingan hasil pemodelan hidraulika antara kondisi tanpa pengelolaan (eksisting) dan dengan pengelolaan pada

sistem drainase di Kecamatan Alam Barajo. Pada Gambar 4 (anak sungai bagian timur), kondisi tanpa kegiatan masih menunjukkan genangan dengan tinggi sekitar 0,01 m, meskipun relatif kecil, namun hal ini menandakan bahwa kapasitas saluran sudah berada pada batas kritis. Setelah diterapkan upaya pengelolaan, genangan tidak lagi terjadi, yang mengindikasikan bahwa peningkatan kapasitas saluran dan pengendalian limpasan mampu menghilangkan kondisi aliran yang melampaui kapasitas.

Pada Gambar 5 (anak sungai bagian utara), perbedaan kinerja sistem terlihat lebih signifikan. Kondisi eksisting menunjukkan genangan hingga 0,13 m, yang mencerminkan ketidakseimbangan antara debit limpasan dan kapasitas saluran. Tingginya genangan ini menunjukkan bahwa segmen tersebut merupakan titik kritis dalam sistem drainase. Setelah dilakukan pengelolaan, tidak ditemukan lagi genangan, yang menunjukkan bahwa kombinasi normalisasi saluran dan pengurangan debit puncak melalui kolam retensi serta sistem kontrol efektif dalam meningkatkan kapasitas hidraulik saluran.

Sementara itu, pada Gambar 6 (titik pertemuan anak sungai bagian utara dan timur), kondisi tanpa pengelolaan menunjukkan genangan sebesar 0,11 m akibat akumulasi aliran dari dua arah. Titik pertemuan ini secara hidraulik memang rentan karena terjadi peningkatan debit secara simultan. Namun, setelah diterapkan upaya pengelolaan, genangan tidak lagi terjadi, yang menunjukkan bahwa intervensi yang dilakukan mampu mengurangi beban aliran pada titik kritis tersebut.

Secara keseluruhan, ketiga gambar tersebut memperlihatkan pola yang konsisten, yaitu adanya genangan pada kondisi eksisting dan hilangnya genangan setelah dilakukan pengelolaan. Hal ini menegaskan bahwa perubahan tata guna lahan di Kecamatan Alam Barajo telah meningkatkan limpasan yang membebani sistem drainase, sehingga diperlukan intervensi teknis. Penerapan kolam retensi berperan dalam menahan debit puncak, sedangkan bak indikator dan bak kontrol membantu mengatur serta memantau aliran dari sumbernya, dan normalisasi saluran meningkatkan kapasitas aliran. Dengan demikian, hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan pengelolaan yang terintegrasi efektif dalam meningkatkan kinerja sistem drainase serta mengurangi potensi genangan, sehingga sejalan dengan tujuan penelitian dalam mengevaluasi kapasitas dan kinerja drainase serta efektivitas upaya pengelolaannya.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan hidraulika pada kawasan perumahan di Kecamatan Alam Barajo, kondisi eksisting menunjukkan masih adanya titik luapan pada area T6 (timur), U2, U3, U5, U6, U7, U8, U9 (utara), serta UT2 (pertemuan aliran) dengan

tinggi genangan 0,01–0,13 m. Setelah diterapkan upaya pengelolaan berupa pembangunan kolam retensi, bak indikator, dan bak kontrol pada setiap unit perumahan, serta normalisasi saluran (1,5 m di timur dan 1 m di utara), hasil pemodelan menggunakan HEC-RAS menunjukkan tidak adanya lagi genangan pada seluruh area studi. Temuan ini menegaskan bahwa kombinasi peningkatan kapasitas saluran dan pengendalian limpasan dari sumbernya efektif dalam meningkatkan kinerja sistem drainase serta menurunkan risiko genangan akibat perubahan tata guna lahan.

Secara praktis, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa pengelolaan drainase perkotaan perlu dilakukan secara terpadu, tidak hanya melalui peningkatan dimensi saluran, tetapi juga melalui penyediaan infrastruktur pengendali limpasan pada kawasan perumahan. Dari sisi kebijakan, diperlukan integrasi perencanaan drainase dalam pengembangan kawasan, termasuk penetapan kewajiban penyediaan kolam retensi dan sistem kontrol sebagai bagian dari persyaratan pembangunan. Oleh karena itu, direkomendasikan agar pemerintah daerah melakukan evaluasi kapasitas drainase secara berkala, memperkuat kegiatan operasi dan pemeliharaan saluran, serta menerapkan pendekatan pengelolaan limpasan berbasis kawasan untuk meningkatkan ketahanan sistem drainase terhadap potensi genangan di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahiablame, L. M., Engel, B. A., & Chaubey, I. (2012). Effectiveness of low impact development practices: Literature review and suggestions for future research. *Water, Air, & Soil Pollution*, 223, 4253–4273. <https://doi.org/10.1007/s11270-012-1189-2>
- Akbar, M. F., Guntur, M., & Putra, R. H. (2025). Implementation of the Environmental Quality Assessment Management (EQAM) method in the holistic evaluation of Amdal studies. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 3(2), 221–238. <https://doi.org/10.29408/jtl.v3i2.33338>
- Br. Lingga, F. N., Namara, I., Siregar, C. A., Gandjar, G. R., Pratiwi, A. A. R., Hidayat, R. J., & Widyanto, B. E. (2025). Analisis kolam retensi sebagai sistem pengelolaan banjir (Studi kasus: Saluran Pembuang Gelam, Kecamatan Pasar Kemis, Kabupaten Tangerang). *Jurnal Teknik dan Teknologi Terapan*, 3(1). <https://doi.org/10.47970/jtt.v3i1.859>
- Cahyono, C., & Miguez, M. G. (2024). Analisis kapasitas dan kinerja saluran drainase terhadap perubahan tata guna lahan perkotaan. *Jurnal Riset Ilmu Teknik*, 2(1), 10–16. <https://doi.org/10.70716/reswara.v2i1>
- Chow, V. T. (1959). *Open-channel hydraulics*. McGraw-Hill.
- Dhiniati, F., Diansari, L. E., & Yuriansyah, R. (2023). Analisis kapasitas drainase terhadap genangan air pada Jalan Trip Yunus Kota Pagar Alam. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 7(1). <https://doi.org/10.31961/gradasi.v7i1.1447>
- Faradina, A., Wijatmiko, I., & Devia, Y. P. (2018). Pengaruh perubahan tataguna lahan terhadap debit limpasan drainase di daerah Kota Surabaya Barat. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(1), 128–133. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2018.012.02.1>
- Haan, C. T. (1977). *Statistical methods in hydrology*. Iowa State University Press.
- Maidment, D. R. (1993). *Handbook of hydrology*. McGraw-Hill.

- Mardalena, A., Supriatna, & Dimiyati, M. (2025). Pemodelan spasial lahan terbangun Kota Jambi. *Majalah Geografi Indonesia*, 39(1), 9–18. <https://doi.org/10.22146/mgi.70636>
- McCuen, R. H. (2004). *Hydrologic analysis and design* (3rd ed.). Pearson Prentice Hall.
- Nurhamidah, Junaidi, A., & Kurniawan, M. (2018). Tinjauan perubahan tata guna lahan terhadap limpasan permukaan kasus: DAS Batang Arau Padang. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 14(2), 131–138. <https://doi.org/10.25077/jrs.14.2.131-138.2018>
- Pamungkas, G., Huboyo, H. S., & Windarta, J. (2025). Analisis kondisi drainase dalam manajemen risiko pengelolaan lereng jalan. *Jurnal Profesi Insinyur Indonesia*, 2(6), 371–378. <https://doi.org/10.14710/jpii.2024.25104>
- Pongtuluran, E. H., Fatmawati, & Rio, W. Y. (2025). Perencanaan desain bak kontrol dalam upaya pengendalian sedimentasi pada saluran drainase Kelurahan Damai Baru Kota Balikpapan. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 13(1), 1–6. <https://doi.org/10.32487/jtt.v13i1.2318>
- Rochdian, Y. P., Arif, C., Yanuar, M., & Purwanto, J. (2026). Perencanaan penambahan kolam retensi untuk pencegahan banjir di kawasan pemerintahan Kabupaten Serang. *Jurnal Sosial dan Teknologi*, 6(2), 520–533. <https://doi.org/10.59188/jurnalsostech.v6i2.32691>
- Sedyowati, L., & Suhartanto, E. (2015). Kajian pengaruh sistem drainase dan ruang terbuka hijau eksisting pada kawasan ruas jalan utama Kota Malang (Suatu upaya pengendalian genangan di daerah perkotaan). *Media Teknik Sipil*, 13(1), 56–63. <https://doi.org/10.22146/jmt.v13i1.2544>
- Setyawan, A., Puri, A., & Harmiyati. (2018). Pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap debit saluran drainase Jalan Arifin Ahmad pada ruas antara Jalan Rambutan dengan Jalan Paus Ujung di Kota Pekanbaru. *Jurnal Saintis*, 18(2), 55–64. [https://doi.org/10.25299/saintis.2018.vol18\(2\).3187](https://doi.org/10.25299/saintis.2018.vol18(2).3187)
- Suripin. (2004). *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Andi Offset.
- Wayangkau, H. G., & Hattu, R. F. (2025). Evaluasi sistem drainase perkotaan dengan model simulasi SWMM pada kawasan padat penduduk. *Jurnal Studi dan Aplikasi Teknik Sipil*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.64123/jsats.v1.i1.2>