



Research Articles

Kinerja Drainase terhadap Pembangunan Perumahan di Kelurahan Kasang Jaya Kecamatan Jambi Timur

Drainage Performance in Relation to Housing Development in Kasang Jaya Subdistrict, East Jambi District

Muhammad Guntur^{1*}, M. Farandika Akbar², Putri Mayasari¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Kimia dan Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jl. Jambi - Muara Bulian No.KM. 15, Mendalo Darat, Muaro Jambi, 36361, Indonesia

²Jurusan Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Jl. Jambi - Muara Bulian No.KM. 15, Mendalo Darat, Muaro Jambi, 36361, Indonesia

*corresponding author, email : muhammadguntur@unja.ac.id

Manuscript received: 15-01-2026. Accepted: 26-03-2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak pembangunan perumahan terhadap kinerja sistem drainase di Kelurahan Kasang Jaya, Kecamatan Jambi Timur. Metode yang digunakan meliputi analisis hidrologi menggunakan Metode Rasional Modifikasi untuk menghitung debit banjir rencana serta analisis hidraulika dengan bantuan perangkat lunak HEC-RAS untuk mengevaluasi kapasitas saluran eksisting. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembangunan perumahan menyebabkan peningkatan debit banjir secara signifikan dari 1,459–1,684 m³/detik menjadi 3,262–3,766 m³/detik pada kala ulang 2–20 tahun. Simulasi hidraulika menunjukkan bahwa kapasitas saluran tidak mampu menampung debit rencana sehingga terjadi limpasan dan genangan pada seluruh titik pengamatan di bagian hulu, tengah, dan hilir. Kondisi ini diperparah oleh sedimentasi dan pertumbuhan vegetasi liar yang menurunkan kapasitas efektif saluran. Dengan demikian, sistem drainase eksisting tidak lagi mampu mengakomodasi peningkatan limpasan akibat perubahan tata guna lahan. Oleh karena itu, diperlukan upaya penanganan terpadu melalui normalisasi saluran, pemeliharaan rutin, serta pembangunan kolam retensi sebagai pengendali limpasan untuk mengurangi risiko genangan di kawasan perumahan.

Kata kunci: drainase, debit banjir, urbanisasi, Metode Rasional, HEC-RAS, genangan

ABSTRACT

This study aims to analyze the impact of residential development on the drainage system performance in Kasang Jaya Subdistrict, East Jambi District. The research employed a hydrological analysis using the Modified Rational Method to estimate design flood discharge and a hydraulic analysis using HEC-RAS software to evaluate the capacity of the existing drainage channels. The results show that residential development significantly increases the design flood discharge from 1.459–1.684 m³/s to 3.262–3.766 m³/s for 2–20-year return periods. Hydraulic simulations indicate that the existing drainage system is unable to accommodate the increased discharge, resulting in overflow and inundation at all observed points in the upstream, midstream, and downstream sections. This condition is further exacerbated by sedimentation and uncontrolled vegetation growth, which reduce the effective channel capacity. Consequently, the existing drainage system is no longer adequate to handle runoff generated by land-use changes. Therefore, integrated mitigation measures are required, including channel normalization, routine maintenance, and the construction of retention ponds as flood control infrastructure to reduce inundation risks in residential areas.

Keywords: drainage, flood discharge, urbanization, Rational Method, HEC-RAS, inundation

PENDAHULUAN

Perkembangan kawasan perumahan di wilayah perkotaan dalam lima tahun terakhir menunjukkan tren peningkatan yang signifikan sebagai konsekuensi dari pertumbuhan penduduk dan ekspansi wilayah terbangun. Alih fungsi lahan terbuka menjadi kawasan permukiman menyebabkan meningkatnya koefisien limpasan karena berkurangnya area resapan alami. Putri dan Hidayat (2022) menjelaskan bahwa perubahan tata guna lahan pada kawasan permukiman dapat meningkatkan limpasan permukaan secara signifikan, sehingga beban sistem drainase eksisting menjadi lebih besar dibandingkan dengan kondisi awal sebelum pembangunan.

Peningkatan limpasan tersebut menuntut sistem drainase yang direncanakan berdasarkan analisis hidrologi dan hidrolika yang akurat. Ramadhan, Nugroho, dan Kurniawan (2023) menyatakan bahwa banyak sistem drainase perkotaan mengalami ketidaksesuaian antara debit rencana dan debit aktual akibat perubahan intensitas hujan serta perkembangan kawasan yang tidak terkontrol. Ketidaksesuaian ini seringkali menjadi penyebab utama terjadinya genangan pada kawasan perumahan baru maupun lama.

Selain faktor teknis kapasitas saluran, aspek pemeliharaan dan kondisi fisik infrastruktur juga memengaruhi kinerja drainase. Supomo dan Pratama (2021) mengemukakan bahwa sedimentasi, penyempitan saluran, serta kurangnya pemeliharaan rutin berkontribusi terhadap penurunan kapasitas efektif saluran drainase. Hal ini memperbesar potensi terjadinya limpasan yang tidak tertampung, terutama pada saat hujan dengan intensitas sedang hingga tinggi.

Dalam konteks perubahan iklim, peningkatan frekuensi dan intensitas hujan ekstrem menjadi tantangan tambahan bagi sistem drainase perkotaan. Studi oleh Wulandari, Sunarjono, dan Pudyastuti (2024) menunjukkan bahwa perencanaan drainase yang tidak memperhitungkan skenario curah hujan ekstrem berisiko mengalami kegagalan fungsi. Oleh karena itu, evaluasi kinerja drainase harus mempertimbangkan data hidrologi terbaru dan proyeksi iklim sebagai dasar perencanaan.

Pendekatan pengelolaan drainase yang berkelanjutan mulai dikembangkan melalui penerapan konsep *Low Impact Development* (LID) dan eco-drainase. Purnagusti, Iskandar, dan Mahendra (2024) menyatakan bahwa penerapan infrastruktur hijau seperti sumur resapan, bioretensi, dan perkerasan berpori mampu menurunkan debit puncak limpasan serta meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah. Pendekatan ini dinilai efektif dalam mendukung pembangunan perumahan tanpa meningkatkan risiko banjir secara signifikan.

Lebih lanjut, integrasi sistem drainase dengan rencana tata ruang wilayah menjadi faktor penting dalam mendukung keberlanjutan pembangunan perumahan. Ramadhan et al. (2023) menekankan bahwa sinkronisasi antara pengembangan kawasan dan kapasitas infrastruktur sangat diperlukan untuk mencegah terjadinya *overcapacity* pada sistem drainase. Ketidakterpaduan antara pembangunan fisik dan perencanaan infrastruktur berpotensi menurunkan daya dukung lingkungan kawasan.

Dalam konteks pembangunan perumahan di Kelurahan Kasang Jaya Kecamatan Jambi Timur, peningkatan aktivitas pembangunan berpotensi memberikan tekanan tambahan terhadap sistem drainase eksisting. Berdasarkan temuan Supomo dan Pratama (2021), kawasan permukiman yang berkembang pesat tanpa peningkatan kapasitas drainase

cenderung mengalami genangan berulang yang berdampak pada kenyamanan dan kualitas lingkungan. Oleh karena itu, kajian mengenai kinerja drainase terhadap pembangunan perumahan menjadi penting untuk memastikan bahwa sistem yang ada mampu mengakomodasi debit limpasan rencana serta mendukung pembangunan yang aman, nyaman, dan berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

1. Perhitungan Debit Aliran Dasar (*Baseflow*)

a. Bahan dan Data

Data yang digunakan dalam perhitungan debit aliran dasar meliputi:

- 1) Dimensi penampang saluran drainase (lebar dasar, tinggi muka air, kemiringan sisi);
- 2) Data kecepatan aliran hasil pengukuran lapangan;
- 3) Alat ukur kecepatan aliran berupa *current meter*;
- 4) Data lokasi titik pengukuran pada bagian hulu saluran.

Pengukuran debit eksisting bertujuan untuk mengetahui kondisi aliran normal dalam saluran sebelum terjadi hujan. Menurut Chow, Maidment, dan Mays (1988) serta Subramanya (2013), pengukuran debit lapangan merupakan langkah fundamental dalam analisis hidraulika saluran terbuka untuk memperoleh gambaran kapasitas aktual aliran. Selain itu, Triatmodjo (2008) menyatakan bahwa evaluasi debit eksisting diperlukan sebagai dasar pembandingan terhadap debit rencana.

b. Metode Perhitungan

1) Perhitungan Luas Penampang Basah (A)

Luas penampang basah dihitung berdasarkan bentuk geometri saluran. Untuk saluran persegi:

$$A = b \times h$$

Sedangkan untuk saluran trapesium:

$$A = (b + mh) \times h$$

di mana A adalah luas penampang (m^2), b adalah lebar dasar saluran (m), h adalah tinggi muka air (m), dan m adalah kemiringan sisi saluran. Menurut Chow et al. (1988), kapasitas aliran dalam saluran terbuka sangat dipengaruhi oleh bentuk dan luas penampang basah.

2) Pengukuran Kecepatan Aliran (V)

Kecepatan aliran diukur menggunakan *current meter* dengan metode satu titik (0,6h) atau dua titik (0,2h dan 0,8h) untuk memperoleh kecepatan rata-rata. Metode ini direkomendasikan dalam pengukuran debit sungai dan saluran terbuka karena memberikan hasil yang representatif terhadap distribusi kecepatan vertikal (Subramanya, 2013).

3) Perhitungan Debit Aliran Dasar

Debit aliran dasar dihitung menggunakan persamaan:

$$Q = A \times V$$

di mana Q adalah debit ($m^3/detik$), A adalah luas penampang basah (m^2), dan V adalah

kecepatan rata-rata (m/detik). Persamaan ini merupakan prinsip dasar kontinuitas aliran pada saluran terbuka (Chow et al., 1988).

2. Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Rasional Modifikasi

a. Bahan dan Data

Data yang digunakan meliputi:

- 1) Data curah hujan harian minimal 10 tahun;
- 2) Luas daerah tangkapan (A);
- 3) Koefisien limpasan (C);
- 4) Waktu konsentrasi (Tc);
- 5) Data topografi dan tata guna lahan.

Menurut Suripin (2004), data tata guna lahan sangat berpengaruh terhadap besarnya koefisien limpasan, terutama pada kawasan permukiman dengan dominasi permukaan kedap air.

b. Metode Perhitungan

1) Analisis Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana dihitung menggunakan analisis frekuensi dengan distribusi probabilitas seperti Gumbel atau Log Pearson Tipe III untuk kala ulang 2, 5, 10, dan 20 tahun. Pemilihan distribusi dilakukan melalui uji kesesuaian statistik (Soewarno, 1995; Triatmodjo, 2008).

2) Perhitungan Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan dihitung berdasarkan waktu konsentrasi menggunakan rumus Mononobe atau kurva IDF (*Intensity-Duration-Frequency*). Waktu konsentrasi dapat dihitung menggunakan rumus Kirpich (1940) yang masih banyak digunakan dalam analisis hidrologi perkotaan (Subramanya, 2013).

3) Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana dihitung menggunakan Metode Rasional Modifikasi, dengan persamaan:

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

dimana:

Q = debit banjir rencana (m³/detik)

C = koefisien limpasan

I = intensitas hujan (mm/jam)

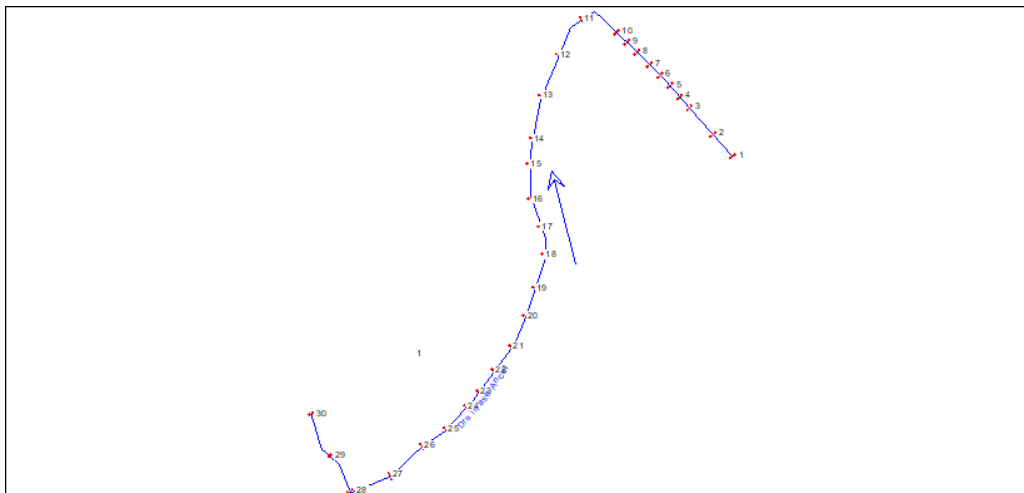
A = luas daerah tangkapan (km²)

Metode rasional banyak digunakan untuk daerah tangkapan kecil hingga sedang, khususnya kawasan perkotaan dan perumahan (Suripin, 2004; Triatmodjo, 2008).

3. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui daya tampung drainase dengan membandingkan kapasitas saluran terhadap debit banjir rencana yang dihitung menggunakan metode rasional pada kala ulang 2, 5, 10, dan 20 tahun. Metode rasional banyak digunakan untuk memperkirakan debit puncak pada daerah tangkapan kecil hingga menengah karena mempertimbangkan intensitas hujan, koefisien limpasan, dan luas daerah tangkapan secara langsung (Cristiano, ten Veldhuis, & van de Giesen, 2017). Selanjutnya,

analisis kapasitas saluran dilakukan melalui pendekatan hidraulika aliran saluran terbuka dan dimodelkan menggunakan perangkat lunak HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center–River Analysis System) untuk mensimulasikan profil muka air, kecepatan aliran, serta kapasitas tampung penampang terhadap debit rencana. HEC-RAS digunakan dalam studi drainase dan pengendalian banjir karena mampu melakukan simulasi aliran satu dimensi maupun dua dimensi secara numerik dengan tingkat akurasi yang baik dalam evaluasi kapasitas saluran (Brunner, 2016; Patel, Gajjar, & Patel, 2021). Dengan demikian, hasil pemodelan dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi limpasan atau genangan apabila debit rencana melebihi kapasitas hidraulik saluran eksisting. Pemodelan drainase Kawasan Kelurahan Kasang Jaya menggunakan software HEC-RAS dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pemodelan Drainase
Sumber: Hasil Simulasi 2023

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hidrologi

1. Perhitungan Debit Aliran Dasar (*Baseflow*)

Perhitungan debit aliran dasar meliputi perhitungan luas penampang drainase Kawasan Kelurahan Kasang Jaya dan kecepatan yang diukur di titik hulu drainase. Data kecepatan aliran diukur menggunakan alat *current meter* di titik hulu. Hasil perhitungan kecepatan aliran dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kecepatan Aliran Drainase Kawasan Kelurahan Kasang Jaya

Kiri	Tengah	Kanan	Rata-Rata Kecepatan
0,2 m/s	0,3 m/s	0,2 m/s	0,233 m/s

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Perhitungan luas penampang basah diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan berupa pengukuran tinggi muka air (H) dan lebar saluran (B). Diasumsikan penampang drainase dalam keadaan baik.

Tinggi muka air (H) = 10 cm = 0,010 m.

Lebar Drainase (B) = 2 m

Luas penampang basah (A) = 0,020 m².

Perhitungan debit aliran eksisting adalah :

$$Q_{baseflow} = \text{Luas Penampang Basah (A)} * \text{Kecepatan Aliran (v)}$$

$$= 0,020 \text{ m}^2 * 0,233 \text{ m/s} = 0,005 \text{ m}^3/\text{s}$$

2. Perhitungan debit banjir rencana metode rasional modifikasi

Perhitungan banjir pada kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun dan 20 tahun pada drainase Kawasan Kelurahan Kasang Jaya menggunakan metode rasional dengan persamaan sebagai berikut:

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

Adapun data pendukung pada perhitungan debit banjir adalah sebagai berikut:

- a. Luas Daerah Aliran Sungai : 0,060 km²
 - a.1 Luas Lahan RTH (A1) : 0,013 km²
 - a.2 Luas Lahan Perumahan (A2) : 0,040 km²
 - a.3 Luas Lahan Terbuka (A3) : 0,002 km²
- b. Panjang Sungai yang ditinjau : 0,297 km
- c. Beda Tinggi Hulu dan Hilir : 0,005 km
- d. Elevasi Hulu : 15 m
- e. Elevasi Hilir : 8 m
- f. Kemiringan Sungai : 0,001 m
- g. R24 : Periode Kala ulang curah hujan 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun
- h. I : Intensitas Hujan dengan durasi sama dengan durasi sama dengan waktu konsentrasi (Tc)

$$W = 72 * \left(\frac{H}{L}\right)^{0,6}$$

$$Tc = \frac{L}{w}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} * \left[\frac{24}{Tc}\right]^{2/3}$$

- i. C = Koefisien Pengaliran,
 - Koefisien Pengaliran RTH (C1) = 0,5
 - Koefisien Pengaliran Perumahan (C2) = 0,4
 - Koefisien Pengaliran Lahan Terbuka (C3) = 0,05
- j. Luas Lahan Perumahan Kawasan Kelurahan Kasang Jaya
 - Luas Lahan Perumahan = 21.611 m² = 0,021611 km²
 - Luas Lahan Efektif = 17.780 m² = 0,01778 km²
 - Luas Jalan dan Saluran = 4.938,6 m² = 0,049386 km²
 - Luas RTH Menyatu = 623,4 m² = 0,0006234 km²
 - Luas RTH Menyebar/Fasum = 728 m² = 0,000728 km²

Langkah-langkah dalam melakukan perhitungan debit banjir rencana metode modifikasi adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan TC (waktu konsentrasi)

Diketahui:

L = Panjang sungai yang ditinjau = 0,297 km

S = Kemiringan Sungai = 0,001 m

$$tc = \left(\frac{0,87 * L^2}{1000 * S} \right)^{0,385} = \left(\frac{0,87 * (0,297^2)}{1000 * 0,001} \right)^{0,385} = 0,372 \text{ jam}$$

2. Perhitungan nilai C_{100%}

$$C_{100\%} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i * A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$C_{100\%} = \frac{(A_1 * C_1) + (A_2 * C_2) + (A_3 * C_3)}{A}$$

$$C_{100\%} = \frac{(0,013 \text{ km}^2 * 0,5) + (0,040 \text{ km}^2 * 0,4) + (0,002 \text{ km}^2 * 0,05)}{0,06 \text{ km}^2}$$

$$C_{100\%} = 0,38$$

3. Perhitungan Debit Banjir Rencana Modifikasi (Kondisi Eksisting)

Tabel 2. Debit Banjir Rencana Kondisi Eksisting

No	Periode T (Tahun)	R max(mm)	tc (jam)	I (mm/jam)	C	A (km)	Q (m3/detik)	Qt = Q + Qb (m3/detik)
1	2 Tahun	342.399		229.492			1,455	1,459
2	5 Tahun	375.607	0.372	251.749	0,3	0,06	1,596	1,600
3	10 Tahun	388.464		260.366	8		1,650	1,655
4	20 Tahun	395.393		265.011			1,680	1,684

Sumber : Hasil Analisis, 2023

4. Perhitungan Luas Lahan setelah rencana pembangunan

a. Luas Lahan RTH = 0,013 km² + RTH Menyatu + RTH Menyebar/Fasum
 = 0,013 km² + 0,0006234 km² + 0,000728 km²
 = 0,015 km².

b. Luas Lahan Perumahan = 0,040 km² + Lahan Efektif + Jalan dan Saluran
 = 0,040 km² + 0,01778 km² + 0,049386 km²
 = 0,107 km².

c. Luas Lahan Terbuka = 0,002 km² – Lahan Perumahan
 = 0,002 km² – 0,021611 km²
 = -0,019 km² = 0,019 km²

5. Perhitungan nilai C_{100%} setelah pembangunan

$$C_{100\%} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i * A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$C_{100\%} = \frac{(A_1 * C_1) + (A_2 * C_2) + (A_3 * C_3)}{A}$$

$$C_{100\%} = \frac{(0,015 \text{ km}^2 * 0,5) + (0,107 \text{ km}^2 * 0,4) + (0,019 \text{ km}^2 * 0,5)}{0,06 \text{ km}^2}$$

$$C_{100\%} = 0,85$$

6. Perhitungan Debit Banjir Rencana Modifikasi (Setelah Pembangunan)

Tabel 3. Perhitungan Debit Banjir Rencana setelah pembangunan

No	Periode T (Tahun)	R max(mm)	tc (jam)	I (mm/jam)	C	A (km)	Q (m ³ /detik)	Qt = Q + Qb (m ³ /detik)
1	2 Tahun	342.399		229.492			3,257	3,262
2	5 Tahun	375.607	0.372	251.749	0,8		3,573	3,578
3	10 Tahun	388.464		260.366	5	0,06	3,696	3,700
4	20 Tahun	395.393		265.011			3,762	3,766

Sumber : Hasil Analisis, 2023

7. Selisih perhitungan Debit Banjir Rencana

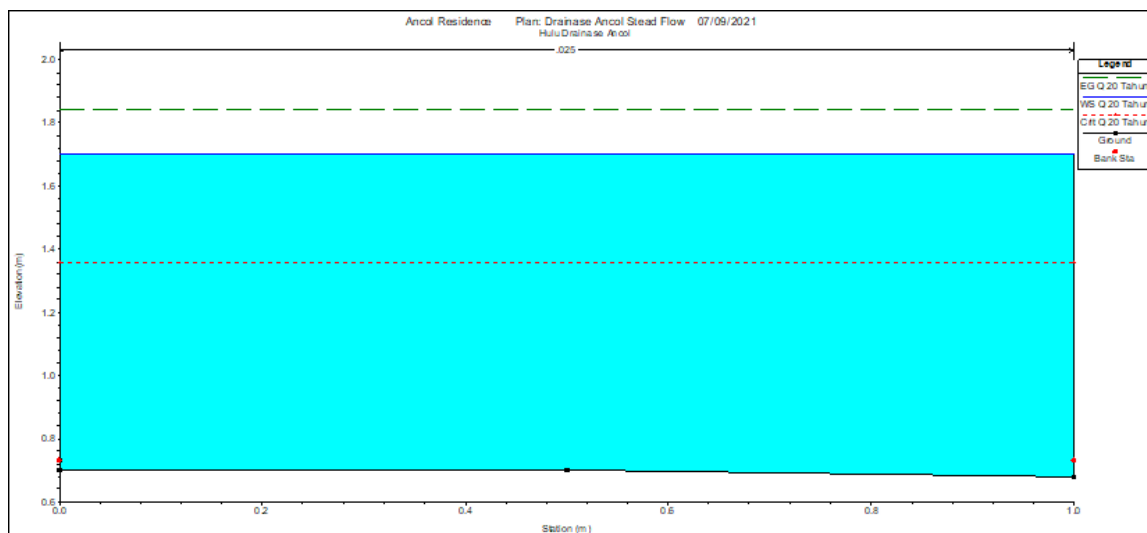
Tabel 4. Selisih Debit Perhitungan Hujan Rencana

No	Sebelum Pembangunan (m ³ /s)	Sesudah Pembangunan (m ³ /s)	Selisih Debit (m ³ /s)	Selisih Debit (m ³ /jam)
1	2 Tahun 1,459	2 Tahun 3,262	2 Tahun 1,803	2 Tahun 6489,978
2	5 Tahun 1,600	5 Tahun 3,578	5 Tahun 1,978	5 Tahun 7119,416
3	10 Tahun 1,655	10 Tahun 3,700	10 Tahun 2,045	10 Tahun 7363,113
4	20 Tahun 1,684	20 Tahun 3,766	20 Tahun 2,082	20 Tahun 7494,449

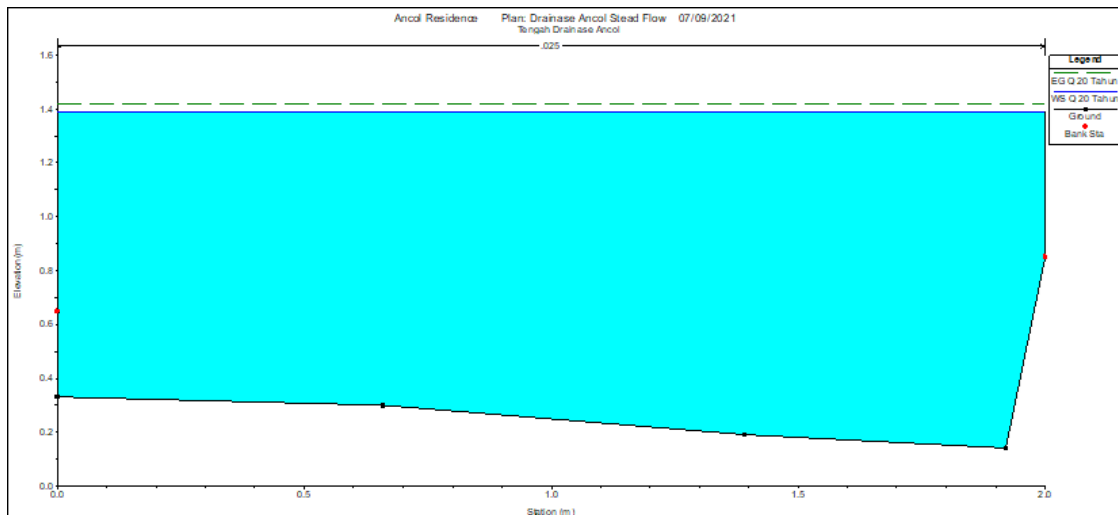
Sumber : Hasil Analisis, 2023

Analisis Hidrolika

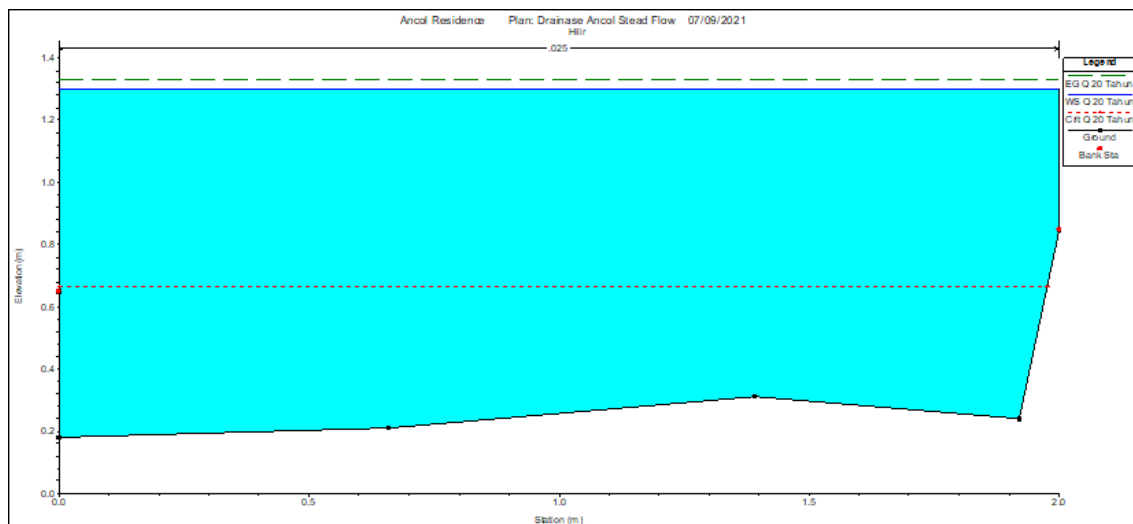
Berdasarkan hasil simulasi, diperoleh hasil bahwa terjadi banjir atau limpasan pada semua titik pengukuran. Hasil simulasi pada bagian tengah, hulu dan hilir Drainase Kawasan Kelurahan Kasang Jaya pada kala ulang 20 tahun yang diuji menggunakan debit banjir rencana metode rasional dalam kondisi eksisting dapat dilihat pada gambar 2 sampai gambar 4



Gambar 2. Drainase Kawasan Kelurahan Kasang Jaya Bagian Hulu
 Sumber Hasil Simulasi, 2023



Gambar 3. Drainase Kawasan Kelurahan Kasang Jaya Bagian Tengah
Sumber: Hasil Simulasi, 2023



Gambar 4. Drainase Kawasan Kelurahan Kasang Jaya Bagian Tengah
Sumber: Hasil Simulasi, 2023

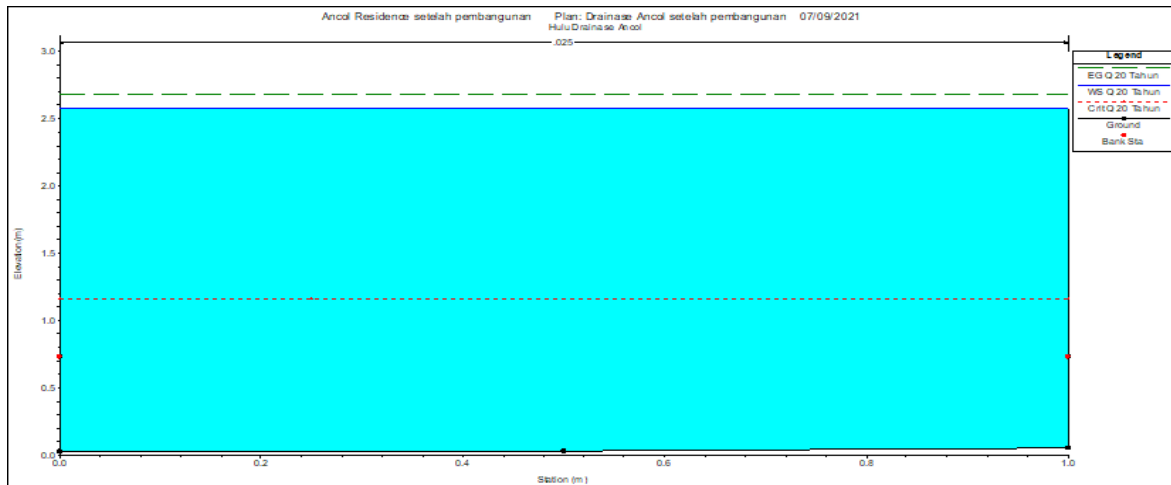
Hasil informasi ketinggian banjir dapat dilihat pada dapat dilihat pada tabel bawah sebagai berikut:

Tabel 5. Selisih Debit Perhitungan Hujan Rencana

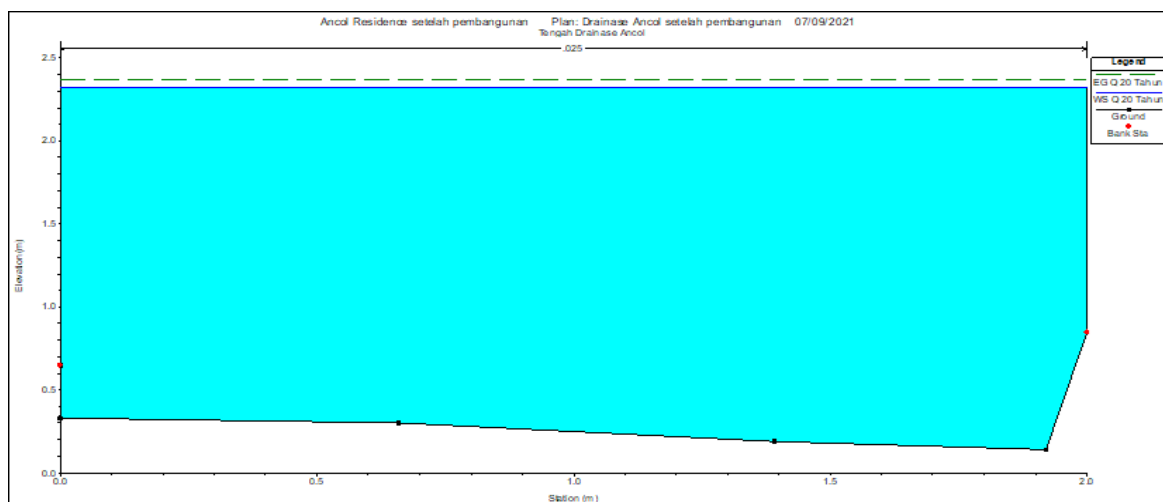
Reac h	River Sta	Profile	W.S. Elev (m)	Bank Station (m)	Jarak (m)	Tinggi Banjir (m)	Keterangan
1	30 (Hulu)	20 Tahun	1,70	0,73	159,47	0,970	Banjir
1	15 (Tengah)	20 Tahun	1,39	0,85	137,85	0,540	Banjir
1	1 (Hilir)	20 Tahun	1,30	0,85	0	0,450	Banjir

Sumber: Hasil Analisis, 2023

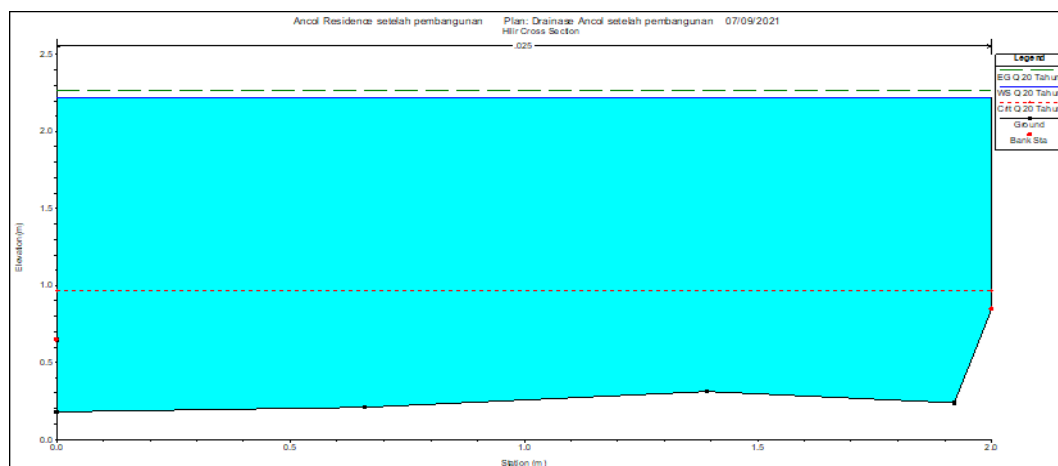
Untuk mengetahui perbedaan ketinggian banjir setelah melakukan pembangunan perumahan Kawasan Kelurahan Kasang Jaya dapat lihat pada gambar 5 sampai dengan Gambar 7.



Gambar 5. Drainase Kawasan Kelurahan Kasang Jaya bagian Hulu
Sumber: Hasil Simulasi, 2023



Gambar 6. Drainase Kawasan Kelurahan Kasang Jaya bagian Tengah
Sumber: Hasil Simulasi, 2023



Gambar 7. Drainase Kawasan Kelurahan Kasang Jaya bagian Hilir
Sumber: Hasil Simulasi, 2023

Hasil ketinggian muka air banjir setelah pembangunan adalah sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Perhitungan Tinggi Banjir

<i>Reac h</i>	<i>River Sta</i>	<i>Profile</i>	<i>W.S. Elev (m)</i>	<i>Bank Station (m)</i>	<i>Jarak (m)</i>	<i>Tinggi Banjir (m)</i>	<i>Keterang an</i>
1	30 (Hulu)	20 Tahun	2,57	0,73	159,47	1.84	Banjir
1	15 (Tengah)	20 Tahun	2,33	0,85	137,85	1.48	Banjir
1	1 (Hilir)	20 Tahun	2,22	0,85	0	1.37	Banjir

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Perhitungan debit banjir rencana dilakukan menggunakan metode rasional modifikasi dengan menentukan koefisien pengaliran (C) rerata tertimbang berdasarkan proporsi luas lahan RTH, perumahan, dan lahan terbuka. Pendekatan ini dinilai relevan untuk daerah tangkapan skala kecil hingga menengah karena mampu merepresentasikan pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap debit puncak limpasan. Beberapa studi menunjukkan bahwa peningkatan proporsi permukaan kedap air pada kawasan perkotaan secara signifikan meningkatkan nilai koefisien limpasan dan debit puncak aliran (Cristiano, ten Veldhuis, & van de Giesen, 2017; Du et al., 2019). Dengan demikian, penggunaan koefisien rerata tertimbang memberikan gambaran kondisi hidrologi aktual sebelum dan sesudah pembangunan.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa debit banjir sebelum pembangunan berkisar antara 1,459 m³/detik (kala ulang 2 tahun) hingga 1,684 m³/detik (kala ulang 20 tahun). Setelah pembangunan, debit meningkat signifikan menjadi 3,262 m³/detik hingga 3,766 m³/detik untuk kala ulang yang sama. Kenaikan hampir dua kali lipat ini menunjukkan dampak langsung urbanisasi terhadap peningkatan limpasan permukaan. Secara hidrologis, kondisi tersebut sejalan dengan temuan Du et al. (2019) yang menyatakan bahwa urbanisasi meningkatkan debit puncak dan mempercepat waktu respon aliran akibat berkurangnya kapasitas infiltrasi tanah.

Simulasi hidraulika menggunakan HEC-RAS menunjukkan bahwa genangan terjadi pada seluruh titik pengamatan untuk kala ulang 2, 5, 10, hingga 25 tahun. Hal ini mengindikasikan bahwa kapasitas saluran eksisting tidak mampu menampung debit rencana, bahkan pada periode ulang rendah. Pemodelan hidraulik berbasis HEC-RAS banyak digunakan dalam evaluasi kapasitas drainase karena mampu mensimulasikan profil muka air dan kondisi aliran secara numerik (Patel, Gajjar, & Patel, 2021). Hasil simulasi yang menunjukkan limpasan melampaui elevasi tepi saluran menandakan sistem berada dalam kondisi tidak aman terhadap kejadian hujan berulang.

Selain peningkatan debit akibat pembangunan, observasi lapangan menunjukkan bahwa sedimentasi dan pertumbuhan vegetasi liar di dalam saluran turut mengurangi kapasitas hidraulik efektif. Akumulasi sedimen menyebabkan penyempitan penampang basah dan meningkatkan kekasaran aliran, sehingga memperbesar potensi limpasan dan genangan (Zhang, Pan, & Wang, 2019). Kondisi ini menunjukkan bahwa faktor pemeliharaan infrastruktur drainase berperan penting dalam menjaga kinerja sistem.

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan hidraulika, diperlukan upaya penanganan terpadu baik secara struktural maupun non-struktural. Pembersihan rutin dan pengerukan sedimentasi diperlukan untuk mengembalikan kapasitas saluran, sementara pembangunan kolam retensi direkomendasikan untuk menampung debit puncak sementara sebelum dialirkan ke saluran utama. Konsep penyediaan kolam retensi dan infrastruktur pengendali limpasan telah terbukti efektif dalam menurunkan debit puncak serta mengurangi risiko genangan pada kawasan perkotaan (Du et al., 2019; Zhang et al., 2019). Dengan penerapan

strategi tersebut, sistem drainase diharapkan mampu mengakomodasi peningkatan debit akibat pembangunan dan mendukung keberlanjutan kawasan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis hidrologi dan hidraulika, dapat disimpulkan bahwa pembangunan perumahan di Kelurahan Kasang Jaya Kecamatan Jambi Timur menyebabkan peningkatan signifikan terhadap debit banjir rencana. Debit meningkat dari kisaran 1,459–1,684 m³/detik pada kondisi sebelum pembangunan menjadi 3,262–3,766 m³/detik setelah pembangunan untuk kala ulang 2–20 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan tata guna lahan berkontribusi langsung terhadap peningkatan koefisien limpasan dan debit puncak aliran.

Hasil simulasi menggunakan HEC-RAS menunjukkan bahwa kapasitas saluran drainase eksisting tidak mampu menampung debit rencana pada seluruh periode ulang yang dianalisis, sehingga terjadi limpasan dan genangan pada seluruh titik pengamatan, baik di bagian hulu, tengah, maupun hilir. Kondisi ini diperburuk oleh adanya sedimentasi dan pertumbuhan vegetasi liar yang mengurangi kapasitas efektif penampang saluran.

Dengan demikian, sistem drainase eksisting dinyatakan tidak memadai untuk mengakomodasi perubahan hidrologi akibat pembangunan kawasan perumahan, sehingga diperlukan peningkatan kapasitas sistem secara teknis dan pengelolaan yang berkelanjutan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, diperlukan penanganan terpadu untuk meningkatkan kinerja sistem drainase di kawasan studi. Upaya struktural yang direkomendasikan meliputi normalisasi saluran, pengerukan sedimentasi secara berkala, serta peningkatan kapasitas saluran agar sesuai dengan debit rencana pasca pembangunan.

Selain itu, diperlukan penerapan sistem pengendalian limpasan tambahan seperti kolam retensi atau infrastruktur drainase berwawasan lingkungan (eco-drainage) untuk menurunkan debit puncak dan mengurangi risiko genangan.

Dari sisi non-struktural, integrasi perencanaan drainase dengan tata ruang wilayah perlu diperkuat agar pengembangan kawasan perumahan tetap memperhatikan daya dukung hidrologi. Monitoring berkala terhadap kondisi saluran juga diperlukan untuk menjaga keberlanjutan fungsi drainase dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Brunner, G. W. (2016). *HEC-RAS River Analysis System hydraulic reference manual* (Version 5.0). U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.
- Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). *Applied hydrology*. McGraw-Hill.
- Cristiano, E., ten Veldhuis, M. C., & van de Giesen, N. (2017). Spatial and temporal variability of rainfall and their effects on hydrological response in urban areas – A review. *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(7), 3859–3878. <https://doi.org/10.5194/hess-21-3859-2017>
- Du, S., Shi, P., Van Rompaey, A., & Wen, J. (2019). Quantifying the impact of urbanization on flood risk in urban areas: A case study. *Journal of Hydrology*, 568, 1016–1028. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.11.040>
- Patel, D. P., Gajjar, C. A., & Patel, K. (2021). Application of HEC-RAS in floodplain mapping and hydraulic analysis of urban drainage systems. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 35, 100809. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2021.100809>

- Purnagusti, Y., Iskandar, R., & Mahendra, A. (2024). Low impact development-based drainage design in residential areas. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 14(2), 453–467.
- Putri, N. A., & Hidayat, T. (2022). Pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap peningkatan limpasan permukaan di kawasan permukiman. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 18(1), 45–54.
- Ramadhan, F., Nugroho, S., & Kurniawan, B. (2023). Evaluasi kapasitas sistem drainase perkotaan terhadap debit banjir rencana. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 8(3), 210–219.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi: Aplikasi metode statistik untuk analisa data*. Nova.
- Subramanya, K. (2013). *Engineering hydrology* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Supomo, F. Y., & Pratama, R. (2021). Evaluasi kinerja drainase pada kawasan perumahan berkembang. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 10(2), 157–167.
- Suripin. (2004). *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Andi.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi terapan*. Beta Offset.
- Wulandari, W., Sunarjono, S., & Pudyastuti, P. S. (2024). Urban drainage system review based on regional spatial planning. *Eduvest – Journal of Universal Studies*, 5(11), 13605–13620.
- Zhang, S., Pan, B., & Wang, Y. (2019). Urban stormwater management and flood control: A review of drainage capacity assessment methods. *Water*, 11(5), 1010. <https://doi.org/10.3390/w11051010>