

ANALISA DEBIT BANJIR AKIBAT PENGARUH PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN DAERAH ALIRAN SUNGAI KONGO KABUPATEN MALANG

Reza Azmy Falichin¹, Eko Noerhayati² dan Azizah Rokhmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: 21801051184@unisma.ac.id

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: eko.noerhayati@unisma.ac.id

³ Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail: azizah.rachmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

River flow is a crucial component in environmental ecosystems. Flood events occurring in river flow areas can cause damage, particularly to human life necessities. This research aims to analyze flood discharge due to land use changes in the Kongo River Watershed, Malang Regency. The research method used is calculation with Nakayasu's Synthetic Unit Hydrograph (SUH) and simulation of the HEC-HMS application using land use, rainfall, and river discharge data. The average runoff coefficient values for the Kongo River are as follows: 2013 (0.0722), 2014 (0.0753), 2015 (0.0753), 2016 (0.0749), 2017-2018 (0.0753), 2019 (0.0754), 2020 (0.0807), 2021 (0.0794), 2022 (0.0814), and 2023 (0.0835). Based on the HEC-HMS simulation results, the maximum discharge of the Kongo River at various return periods is as follows: 2-year return period (27.10 m³/s), 5-year return period (28.10 m³/s), 10-year return period (28.60 m³/s), 25-year return period (29.40 m³/s), 50-year return period (29.90 m³/s), 100-year return period (30.40 m³/s), 200-year return period (30.90 m³/s), and 1000-year return period (31.90 m³/s). This research concludes that land use changes in the Kongo River Watershed, Malang Regency, can affect flood discharge. This is evidenced by the percentage change in runoff coefficient values due to land cover changes (15.65%) and the percentage change in peak discharge values from the HEC-HMS simulation results (17.71%).

Keyword: Flood discharge, HEC-HMS, Hydrology, Land use changes, Peak discharge., River flow, Runoff coefficient.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah komponen kompleks yang mengatur transportasi perairan dari hulu ke hilir dan berperan penting dalam ekosistem lingkungan. Pengelolaan sumber daya alam dalam kaitannya dengan prinsip-prinsip hidrologi dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai harus senantiasa memperhatikan kaidah-kaidah pengelolaan sumber daya alam dan keseimbangan ekosistem [1]. Namun, bentuk DAS yang sangat penting dalam siklus hidrologi alam dapat berubah akibat aktivitas manusia

seperti alih fungsi lahan, sehingga menyebabkan bencana banjir, kekeringan, dan tanah longsor. Menurunnya luas tutupan hutan mengakibatkan meningkatnya aliran permukaan [2].

Salah satu Daerah Aliran Sungai di Kabupaten Malang adalah Sungai Kongo. Sungai ini sering mengalami luapan air banjir yang membuat lahan pemukiman dan pertanian tergenang air. Banjir tersebut disebabkan oleh hujan deras yang membuat debit air sungai meluap. Menurut laporan, perubahan tata guna lahan dari hutan menjadi lahan pertanian dan perkebunan juga menjadi

pemicu terjadinya longsor di daerah tersebut. Aktivitas pembangunan oleh manusia dapat mempengaruhi bentuk daerah aliran sungai, yang mengakibatkan dapat berubahnya Siklus hidrologis pada daerah aliran sungai tersebut. Alih fungsi lahan dapat menimbulkan beberapa bencana, seperti banjir, kekeringan, dan tanah longsor [3].

Dalam mengatasi permasalahan pada DAS Konto, diperlukan analisis pengaruh perubahan lahan terhadap debit banjir rancangan. Analisis ini menggunakan aplikasi *HEC-HMS* sebagai dasar optimalisasi dan perencanaan pembangunan untuk memperbaiki permasalahan pada DAS Konto. *Hydrolic Engineering Centre – Hydrolic Modeling System* (HEC-HMS) merupakan perangkat lunak yang dirancang untuk mensimulasikan proses hujan aliran/limpasan (*rainfall-runoff*) pada suatu system tangkapan hujan atau daerah aliran sungai (DAS) [4].

1.2. Identifikasi Masalah

Penelitian ini dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Konto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. Sungai Konto merupakan bagian dari anak sungai Kali Brantas. Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis debit puncak DAS Konto yang sering mengalami luapan akibat curah hujan.
2. Mengidentifikasi dampak perubahan tata guna lahan terhadap debit DAS Konto.
3. Menghitung debit puncak menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis (HSS) Synder dan aplikasi HEC-HMS.
4. Menggunakan data curah hujan harian dari stasiun hujan klimatologi Malang untuk menghitung curah hujan rancangan.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan diatas, maka dapat ditemukan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah besar Nilai Koefisien Limpasan (C) pada tahun 2013 sampai 2023 di Daerah Aliran Sungai (DAS) Konto ?
2. Berapa besar Debit Banjir Puncak (Qp) pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Konto dengan menggunakan aplikasi *Hydrolic Engineering*

Centre – Hydrolic Modeling System (HEC-HMS) ?

3. Berapa Nilai Debit Banjir Puncak (Qp) dari tahun 2013 sampai 2023 di Daerah Aliran Sungai (DAS) Konto ?
4. Bagaimana pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap Debit Banjir pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Konto?

1.4. Batasan Masalah

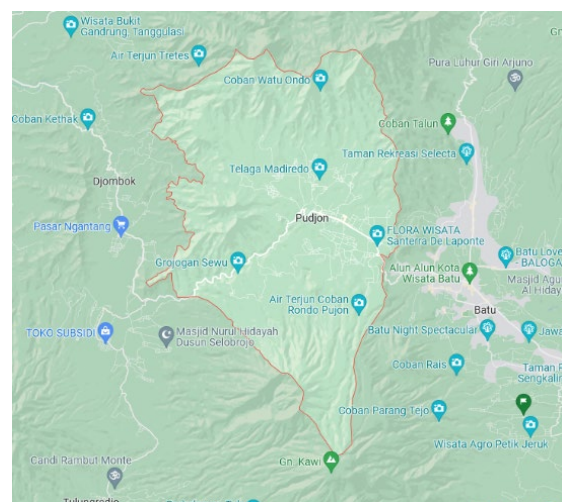
Untuk memfokuskan pembahasan, maka batasan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Tidak membahas terkait segi ekonomi dan aspek sosial yang diakibatkan perubahan Lahan.
2. Hanya membahas terkait perhitungan debit banjir rancangan akibat perubahan tata guna lahan, tidak membahas perencanaan konstruksi bangunan pada DAS.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Lokasi Penelitian

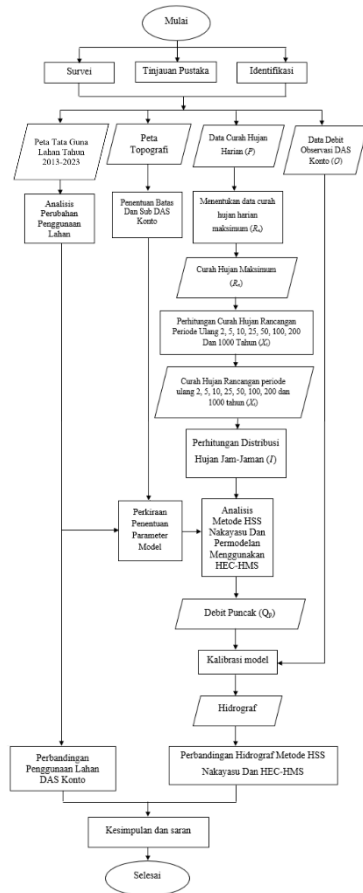
Penelitian dilakukan di sekitar DAS Konto. terletak diantara 112° 14' 11" sampai 122° 30' 31" Bujur Timur dan 7° 45' 49" sampai 7° 50' 8" Lintang Selatan. Sungai Konto adalah anak sungai Kali Brantas yang bersumber dari mata air Gunung Anjasmoro dan Gunung Argowayan.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
Sumber : *Google earth*, 2025

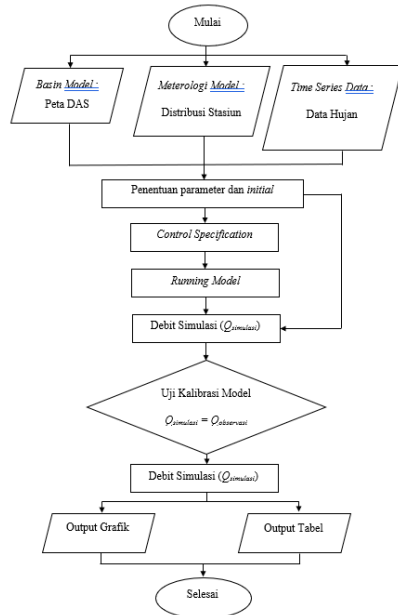
2.2. Diagram Alir

• Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian
Sumber: Gambar Pribadi, 2025

• Diagram Alir HEC-HMS



Gambar 3. Diagram Alir HEC-HMS
Sumber: Gambar Pribadi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Hidrologi

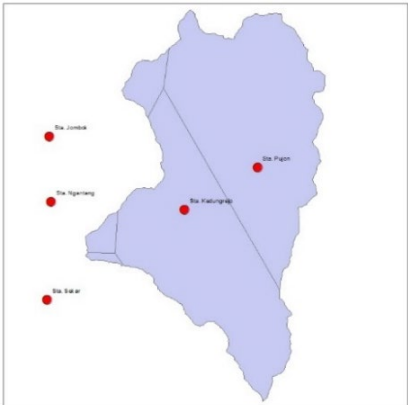
3.1.1. Curah Hujan Harian Maksimum

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Stasiun				
	Pujon (mm)	Kedung rejo (mm)	Ngan tang (mm)	Jombok (mm)	Sekar (mm)
2013	120	88	98	143	121
2014	124	93	96	103	169
2015	82	59	75	80	169
2016	116	78	95	56	94
2017	56	60	139	56	102
2018	70	77	98	116	124
2019	71	77	96	116	143
2020	78	77	110	130	128
2021	70	70	115	99	108
2022	96	71	130	139	115
2023	56	86	128	89	185

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

3.1.2. Rerata Curah Hujan Daerah Harian
Metode *Polygon Thiessen*



Gambar 4. *Polygon Thiessen* untuk DAS Konto
Sumber: Hasil Analisa ArcGIS, 2025

Nilai Rerata Curah Hujan Harian metode *Polygon Thiessen* didapatkan sebagai berikut :

Tabel 2. Tabel Curah Hujan Tahunan DAS
Konto

Tahun	Curah Hujan Rerata (mm)
2013	108.4
2014	111.8
2015	73.3
2016	101.8
2017	72.9
2018	77.2
2019	77.6
2020	83.6
2021	74.1
2022	88.9
2023	73.9

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

3.1.3. Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson III

Tabel 3. Tabel Curah Hujan Rancangan Log Pearson III

Tahun	X_i (mm)	$\log X_i$	$\log X_i - \log \bar{X}$	$(\log X_i - \log \bar{X})^3$
2017	72.9	1.86	0.00424	-0.00028
2015	73.3	1.87	0.00393	-0.00025
2023	73.9	1.87	0.00350	-0.00021
2021	74.1	1.87	0.00337	-0.00020
2018	77.2	1.89	0.00162	-0.00007
2019	77.6	1.89	0.00144	-0.00005
2020	83.6	1.92	0.00003	0.00000
2022	88.9	1.95	0.00044	0.00001
2016	101.8	2.01	0.00639	0.00051
2013	108.4	2.04	0.01149	0.00123
2014	111.8	2.05	0.01455	0.00175
Jumlah	943.5	21.21	0.051001	0.002461
Rata-Rata	85.77	1.93		
Standar Deviasi			0.071415143	
Koefisien Kemencengan (Cs)			0.825979107	

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Selanjutnya dilakukan perhitungan faktor sifat distribusi Log Pearson III (K) sesuai dengan koefisien kemencengan (Cs) dengan hasil berikut :

Tabel 4. Tabel Faktor Distribusi Log Pearson III

(Cs)	Nilai (K) Kala Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.825979	-0.136	0.777	1.337	2.003	2.465	2.908	3.335	4.288
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Selanjutnya dilakukan perhitungan curah hujan rancangan tiap kala ulang dengan logaritma. Hasilnya sebagai berikut :

Tabel 5. Tabel Curah Hujan Rancangan

Kala Ulang (Tahun)	Peluang (%)	K	Curah Hujan Rancangan	
			Log	mm
2	50	-0.1362	1.93	84.26
5	20	0.7771	1.94	87.17
10	10	1.3368	1.95	89.00
25	4	2.0032	1.96	91.23
50	2	2.4647	1.97	92.81
100	1	2.9081	1.97	94.35
200	0,5	3.3351	1.98	95.86
1000	0,1	4.2877	2.00	99.31

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

3.2. Pola Distribusi Hujan

3.2.1. Intensitas Hujan Metode Mononobe

Penentuan intensitas hujan (It) dihitung dengan persamaan berikut :

$$I = \left\{ \frac{R_{24}}{24} \right\} \cdot \left\{ \frac{24}{T} \right\}^{2/3} \quad (1)$$

Dengan rumus tersebut, perhitungan intensitas curah hujan (It) dengan metode Mononobe didapatkan hasil seperti berikut :

Tabel 6. Tabel Intensitas Curah Hujan (It) Metode Mononobe

T (jam)	Periode Ulang							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
1	29.21	30.22	30.85	31.63	32.18	32.71	33.23	34.43
2	18.4	19.04	19.44	19.92	20.27	20.61	20.94	21.69
3	14.04	14.53	14.83	15.21	15.47	15.73	15.98	16.55
4	11.59	11.99	12.24	12.55	12.77	12.98	13.19	13.66
5	9.99	10.34	10.55	10.82	11	11.19	11.37	11.77
6	8.85	9.15	9.34	9.58	9.74	9.91	10.06	10.43
7	7.98	8.26	8.43	8.64	8.79	8.94	9.08	9.41
8	7.3	7.56	7.71	7.91	8.04	8.18	8.31	8.61
9	6.75	6.98	7.13	7.31	7.44	7.56	7.68	7.96
10	6.29	6.51	6.65	6.81	6.93	7.05	7.16	7.42
11	5.91	6.11	6.24	6.39	6.51	6.61	6.72	6.96
12	5.57	5.77	5.89	6.03	6.14	6.24	6.34	6.57

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

3.2.2. Distribusi Hujan Jam-jaman Metode Alternating Block Method (ABM)

Dalam metode ABM menggunakan data intensitas hujan dengan metode mononobe.

Tabel 7. Tabel Distribusi Hujan Jam-jaman Metode ABM

T	Distribusi Hujan Jam-jaman Metode ABM Tiap Kala Ulang							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
(jam)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	2.11	2.11	2.14	2.19	2.31	2.21	2.32	2.36
2	2.35	2.34	2.49	2.51	2.64	2.6	2.64	2.76
3	2.76	2.92	2.97	3	3.09	3.12	3.2	3.29
4	3.59	3.74	3.79	3.9	3.92	4.03	4.09	4.21
5	5.32	5.51	5.61	5.79	5.87	5.97	6.06	6.27
6	29.21	30.22	30.85	31.63	32.18	32.71	33.23	34.43
7	7.59	7.86	8.03	8.21	8.36	8.51	8.65	8.95
8	4.24	4.37	4.47	4.57	4.67	4.73	4.82	4.99
9	3.15	3.2	3.29	3.38	3.44	3.51	3.51	3.73
10	2.54	2.66	2.67	2.8	2.79	2.86	2.92	3.01
11	2.15	2.28	2.33	2.31	2.34	2.46	2.48	2.56
12	1.83	2.03	2.04	2.07	2.07	2.17	2.16	2.28
Jumlah	66.84	69.24	70.68	72.36	73.68	74.88	76.08	78.84

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

3.3. Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) Nakayasu

Dalam perhitungan Hidrograf satuan sintetis (HSS) Nakayasu diperlukan data fisik sungai meliputi :

- Luas DAS (A) = 138,23 Km²
- Panjang Sungai (L) = 24,76 Km

Dengan data yang sudah didapatkan, dilanjutkan dengan perhitungan parameter berikut :

1. Waktu Keterlambatan (T_g)

$$T_g = 0,40 + 0,058 \times L \quad (2)$$

$$= 0,40 + 0,058 \times 24,76 = 1,836 \text{ jam}$$

2. Waktu Puncak Banjir (T_p)

$$T_p = T_g + 0,8 \times T_r \quad (3)$$

$$= 1,836 + 0,8 \times 1 = 2,636 \text{ jam}$$

3. Parameter α

$$\alpha = \frac{0,47 \times (A \times L)^{0,25}}{T_g} \quad (4)$$

$$= \frac{0,47 \times (138,24 \times 24,76)^{0,25}}{1,836} = 1,958 \text{ jam}$$

4. Waktu Penurunan Puncak (T_{0,3})

$$T_{0,3} = \alpha \times T_g \quad (5)$$

$$= 1,958 \times 1,836 = 3,595 \text{ jam}$$

5. Debit Puncak (Q_p)

$$Q_p = \frac{C \times A \times R_0}{3,6 (0,3 \times T_p \times T_{0,3})} \quad (6)$$

$$= \frac{0,0835 \times 138,24 \times 1}{3,6 (0,3 \times 2,636 \times 3,595)} = 0,731 \text{ m}^3/\text{detik}$$

6. Koordinat Kurva Hidrograf

– Kurva Naik (0 < t < T_p = 0 < t < 2,636)

$$Q_a = Q_p \times \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \quad (7)$$

$$= 0,731 \times \left(\frac{t}{2,636} \right)^{2,4}$$

– Kurva Turun

• T_p < t < (T_p + T_{0,3}) = 2,636 < t < 6,231

$$Q_{d1} = Q_p \times 0,3^{\left(\frac{t-T_p}{T_{0,3}} \right)} \quad (8)$$

$$= 0,731 \times 0,3^{\left(\frac{t-2,636}{3,595} \right)}$$

• (T_p + T_{0,3}) < t < (T_p + 2,5 × T_{0,3}) = 6,231 < t < 11,624

$$Q_{d2} = Q_p \times 0,3^{\left(\frac{t-T_p+0,5 T_{0,3}}{1,5 T_{0,3}} \right)} \quad (9)$$

$$= 0,731 \times 0,3^{\left(\frac{t-2,636+0,5 \times 3,595}{1,5 \times 3,595} \right)}$$

• t > (T_p + 2,5 × T_{0,3}) = t > 11,624

$$Q_{d3} = Q_p \times 0,3^{\left(\frac{t-T_p+1,5 T_{0,3}}{2 T_{0,3}} \right)} \quad (10)$$

$$= 0,731 \times 0,3^{\left(\frac{t-2,636+1,5 \times 3,595}{2 \times 3,595} \right)}$$

Hasil dari perhitungan Kordinat Kurva HSS Nakayasu dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 8. Tabel Koordinat Kurva HSS Nakayasu

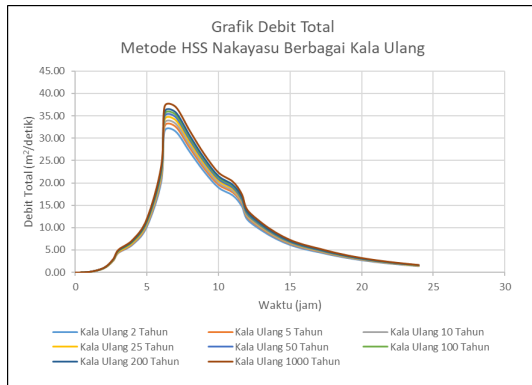
t (Jam)	Q _p (m ³ /detik)	Q _t (m ³ /detik)
Kurva Naik (0 ≤ t ≤ T _p)		
0	0,731	0
1	0,731	0.071
2	0,731	0.377
2,636	0,731	0.731
Kurva Turun (T _p ≤ t ≤ T _{0,3})		
3	0,731	0.647
4	0,731	0.463
5	0,731	0.331
6	0,731	0.237
6,231	0,731	0.219
(T _p + T _{0,3}) ≤ t ≤ (T _p + 2,5 T _{0,3})		
7	0,731	0.185
8	0,731	0.148
9	0,731	0.118
10	0,731	0.095
11	0,731	0.076
11,624	0,731	0.066
t > (T _p + 2,5 T _{0,3})		
12	0,731	0.062
13	0,731	0.052
14	0,731	0.044
15	0,731	0.037
16	0,731	0.032
17	0,731	0.027
18	0,731	0.023
19	0,731	0.019
20	0,731	0.016
21	0,731	0.014
22	0,731	0.012
23	0,731	0.010
24	0,731	0.008

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Tabel 9. Tabel Debit Puncak (Q_p) HSS Nakayasu Berbagai Kala Ulang

Kala Ulang (tahun)	Debit Puncak (m ³ /detik)
2	31.56
5	32.65
10	33.33
25	34.16
50	34.78
100	35.32
200	35.91
1000	37.17

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 5. Grafik Debit Total HSS Nakayasu
Tiap Kala Ulang
Sumber: Gambar Pribadi

Melihat pada Gambar 5. didapatkan kesimpulan bahwasanya nilai debit total metode HSS Nakayasu tiap kala ulang mengalami kenaikan.

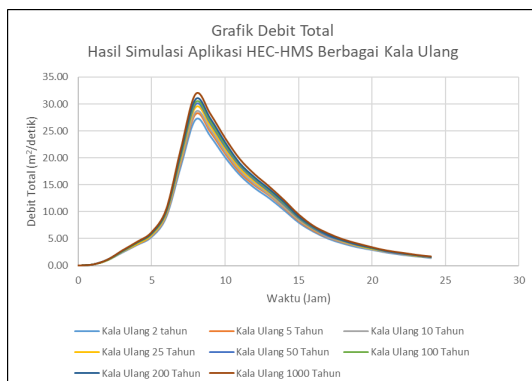
3.4. Permodelan Simulasi dengan Aplikasi HEC-HMS

Hasil simulasi aplikasi HEC-HMS dengan berbagai kala ulang sebagai berikut :

Tabel 10. Tabel Debit Puncak (Q_p) Simulasi HEC-HMS Tiap Kala Ulang

Kala Ulang (tahun)	Debit Puncak ($m^3/detik$)
2	27.10
5	28.10
10	28.60
25	29.40
50	29.90
100	30.40
200	30.90
1000	31.90

Sumber : Hasil Simulasi Aplikasi, 2025



Gambar 6. Grafik Debit Total Hasil Simulasi HEC-HMS Tiap Kala Ulang
Sumber : Gambar Pribadi, 2025

Gambar 6. menunjukkan bahwa nilai debit total hasil simulasi aplikasi HEC-HMS meningkat seiring dengan kenaikan Debit Puncak (Q_p) pada berbagai kala ulang.

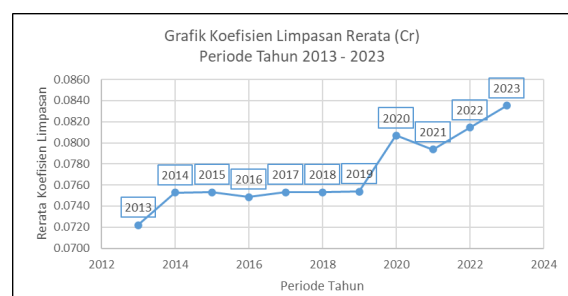
3.5. Perbandingan Perubahan Tata Guna Lahan Tiap Tahun

Perbandingan dilakukan melalui perhitungan rata-rata koefisien limpasan (Cr) yang didapat pada Daerah Aliran Sungai Konto pada periode tahun 2013 sampai 2023 dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 11. Tabel Koefisien Limpasan Rerata (Cr) Tiap Tahun

Tahun	Koefisen Limpasan Rerata (Cr)	Pembulatan
2013	0.0722	0.07
2014	0.0753	0.08
2015	0.0753	0.08
2016	0.0749	0.07
2017	0.0753	0.08
2018	0.0753	0.08
2019	0.0754	0.08
2020	0.0807	0.08
2021	0.0794	0.08
2022	0.0814	0.08
2023	0.0835	0.08
Persentase Perubahan Tahun 2013 - 2023		15,65%

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 7. Grafik Koefisien Rerata (Cr) Tiap Tahun

Sumber: Gambar Pribadi, 2025

Nilai koefisien limpasan rerata (Cr) periode 2013-2023 mengalami perubahan. Kenaikan signifikan terjadi pada tahun 2014 dan 2020, sedangkan penurunan pada tahun 2016 dan 2021. Secara keseluruhan, nilai Cr mengalami kenaikan sebesar 15,65%.

3.6. Perbandingan Perubahan Debit Puncak (Qp)

3.6.1. Perhitungan Debit Puncak (Qp) Berdasarkan Koefisien Limpasan Rerata (Cr) Tahunan.

Metode perhitungan debit puncak (Qp) untuk tiap tahun dilakukan dengan metode Hidrograf satuan sintetis (HSS) Nakayasu dengan hasil berikut :

Tabel 12. Tabel Debit Puncak Tiap Kala Ulang untuk Periode Setiap Tahun

Periode Tahun	Debit Puncak Tiap Kala Ulang							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	m ³ /detik							
2013	27.28	28.23	28.82	29.54	30.07	30.54	31.05	32.14
2014	28.46	29.44	30.05	30.81	31.36	31.85	32.38	33.52
2015	28.46	29.44	30.05	30.81	31.36	31.85	32.38	33.52
2016	28.31	29.29	29.89	30.65	31.20	31.68	32.21	33.34
2017	28.46	29.44	30.05	30.81	31.36	31.85	32.38	33.52
2018	28.46	29.44	30.05	30.81	31.36	31.85	32.38	33.52
2019	28.49	29.48	30.09	30.85	31.40	31.89	32.42	33.56
2020	30.50	31.55	32.21	33.02	33.61	34.14	34.70	35.92
2021	30.01	31.04	31.69	32.49	33.07	33.59	34.14	35.34
2022	30.76	31.83	32.49	33.31	33.90	34.43	35.00	36.23
2023	31.56	32.65	33.33	34.16	34.78	35.32	35.91	37.17
Persentase Perubahan Q ₂₀₁₃ - Q ₂₀₂₃	15.68 %	15.68 %	15.68 %	15.68 %	15.68 %	15.68 %	15.68 %	15.68 %

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025

Pada tabel 12. didapatkan hasil persentase perubahan untuk debit puncak (Qp) tiap kala ulang pada tahun 2013 dan debit puncak (Qp) pada tahun 2023 tiap kala ulang sebesar 16,68 %.



Gambar 8. Grafik Debit Puncak Tiap Kala Ulang untuk Periode Setiap Tahun

Sumber : Gambar Pribadi, 2025

Pada gambar 8. menunjukan bahwa grafik debit puncak (Qp) kala ulang untuk koefisien limpasan rerata (Cr) pada tahun 2013 sampai 2023 mempunyai bentuk grafik yang serupa dan mengalami kenaikan setiap tahunnya.

Hal ini menunjukan bahwa nilai koefisien limpasan rerata (Cr) pada periode tahun tertentu dapat mempengaruhi terhadap nilai debit puncak (Qp) tahun tersebut.

3.6.2. Analisa Frekuensi Debit Observasi dengan Metode Log Pearson III

Tabel 13. Tabel Data Debit Observasi Tahunan DAS Konto

Tahun	Debit AWLR Konto-1			
	(m3/dt)			
	Jumlah	Rerata	Maksimum	Minimum
2015	2522.86	6.93	16.00	0.00
2016	1104.98	3.03	14.04	0.06
2017	1893.57	5.25	22.56	1.42
2018	2652.25	7.27	37.72	3.09
2019	2696.54	7.47	26.71	3.87
2020	3109.71	8.50	21.74	5.83
2021	2868.71	7.86	73.74	0.02

Sumber : PU Jasa Tirta 1, 2025

Untuk merubah data debit maksimum (Qp) observasi menjadi debit maksimum (Qp) dengan periode kala ulang agar dapat dilakukan perbandingan, maka harus dilakukan perhitungan analisa frekuensi dengan metode Log Person III. Hasil perhitungan Analisa frekuensi debit observasi adalah sebagai berikut :

Tabel 14. Tabel Hasil Perhitungan Analisa Frekuensi Debit Puncak

Periode Ulang	Log X	S Log x	Cs	K	Debit Puncak	
					Log	mm
2	1.42	0.24	1.07	-0.1747	1.3964	24.91
5	1.42	0.24	1.07	0.7491	1.5007	31.68
10	1.42	0.24	1.07	1.3400	1.5675	36.94
25	1.42	0.24	1.07	2.0581	1.6486	44.52
50	1.42	0.24	1.07	2.5709	1.7065	50.87
100	1.42	0.24	1.07	3.0657	1.7624	57.86
200	1.42	0.24	1.07	3.5482	1.8168	65.59
1000	1.42	0.24	1.07	4.6364	1.9397	87.04

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 9. Grafik Debit Puncak Kala Ulang Hasil Analisa

Sumber: Gambar Pribadi, 2025

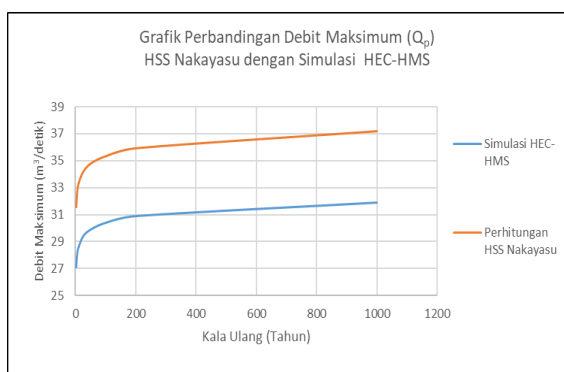
Pada gambar 9. menunjukkan bahwa grafik debit puncak (Q_p) kala ulang Hasil Observasi ($Q_{\text{observasi}}$) mempunyai bentuk grafik yang mengalami kenaikan setiap periode kala ulang.

3.6.3. Perbandingan Debit Puncak (Q_p) Hasil perhitungan dengan Hasil Simulasi Aplikasi

Tabel 15. Tabel Perbandingan Debit Puncak (Q_p) HSS Nakayasu Dengan Simulasi HEC-HMS

Kala Ulang Tahun	Debit Puncak (Q_p)		Selisih Nilai
	Simulasi HEC-HMS $m^3/detik$	Perhitungan HSS Nakayasu $m^3/detik$	
2	27.10	31.56	4,46
5	28.10	32.65	4,55
10	28.60	33.33	4,73
25	29.40	34.16	4,76
50	29.90	34.78	4,88
100	30.40	35.32	4,92
200	30.90	35.91	5,01
1000	31.90	37.17	5,27

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 10. Grafik Perbandingan Debit Puncak (Q_p) HSS Nakayasu dengan Simulasi HEC-HMS

Sumber: Gambar Pribadi, 2025

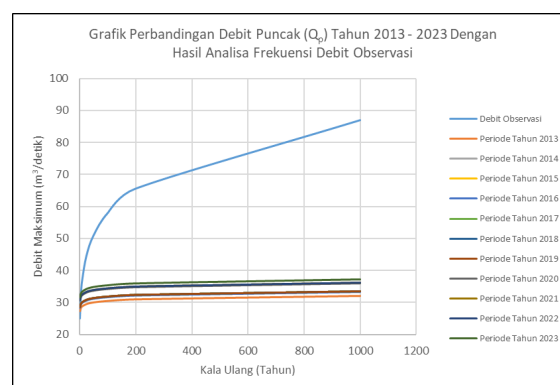
Pada grafik 4.20. menunjukkan bahwa grafik perbandingan debit puncak (Q_p) berdasarkan Perhitungan HSS Nakayasu dengan data hasil simulasi dari Aplikasi HEC-HMS mempunyai bentuk grafik yang mengalami kenaikan setiap periode kala ulang walaupun memiliki selisih nilai debit puncak (Q_p) yang bervariasi.

3.6.4. Perbandingan Debit Puncak (Q_p) Setiap Tahun

Tabel 16. Tabel Perbandingan Debit Puncak (Q_p) Tiap Tahun dengan Hasil Analisa Frekuensi Debit Observasi

Periode Tahun	Debit Puncak (Q_p) Tiap Kala Ulang						
	2	5	10	25	50	100	1000
	$m^3/detik$						
2013	27.28	28.23	28.82	29.54	30.07	30.54	31.05
2014	28.46	29.44	30.05	30.81	31.36	31.85	32.38
2015	28.46	29.44	30.05	30.81	31.36	31.85	32.38
2016	28.31	29.29	29.89	30.65	31.20	31.68	32.21
2017	28.46	29.44	30.05	30.81	31.36	31.85	32.38
2018	28.46	29.44	30.05	30.81	31.36	31.85	32.38
2019	28.49	29.48	30.09	30.85	31.40	31.89	32.42
2020	30.50	31.55	32.21	33.02	33.61	34.14	34.70
2021	30.01	31.04	31.69	32.49	33.07	33.59	34.14
2022	30.76	31.83	32.49	33.31	33.90	34.43	35.00
2023	31.56	32.65	33.33	34.16	34.78	35.32	35.91
$Q_{\text{observasi}}$	24.91	31.68	36.94	44.52	50.87	57.86	65.59

Sumber: Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 11. Grafik Perbandingan Debit Puncak (Q_p) Tiap Tahun dengan Hasil Analisa Frekuensi Debit Observasi

Sumber: Gambar Pribadi, 2025

Gambar 11. menunjukkan hubungan debit puncak (Q_p) dengan analisis frekuensi debit observasi, yang mengalami kenaikan pada setiap periode kala ulang.

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Dari hasil Analisa Debit Banjir Akibat Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Daerah Aliran Sungai Konto Kabupaten Malang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai Koefisien Limpasan (C) di DAS Konto tahun 2013-2023 adalah: 0,0722 (2013), 0,0753 (2014-2015), 0,0749 (2016), 0,0753 (2017-2018), 0,754 (2019), 0,0807 (2020), 0,0794 (2021), 0,0814 (2022), dan 0,0835 (2023). Persentase perubahan tahun 2013-2023 sebesar 15,65%.
2. Nilai Debit Banjir Puncak (Qp) di DAS Konto dengan aplikasi HEC-HMS adalah sebagai berikut: 27,10 m³/detik (kala ulang 2 tahun), 28,10 m³/detik (5 tahun), 28,60 m³/detik (10 tahun), 29,40 m³/detik (25 tahun), 29,90 m³/detik (50 tahun), 30,40 m³/detik (100 tahun), 30,90 m³/detik (200 tahun), dan 31,90 m³/detik (1000 tahun).
3. Nilai Debit Banjir Puncak (Qp) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Konto dari tahun 2013 sampai 2023 adalah sebagai berikut: Kala ulang 2 tahun: 27,28 - 31,56 m³/detik, Kala ulang 5 tahun: 28,23 - 32,65 m³/detik, Kala ulang 10 tahun: 28,82 - 33,33 m³/detik, Kala ulang 25 tahun: 29,54 - 34,16 m³/detik, Kala ulang 50 tahun: 30,07 - 34,78 m³/detik, Kala ulang 100 tahun: 30,54 - 35,32 m³/detik, Kala ulang 200 tahun: 31,05 - 35,91 m³/detik, Kala ulang 1000 tahun: 32,14 - 37,17 m³/detik.
4. Perubahan Koefisien Limpasan (C) di DAS Konto tahun 2013-2023 dan nilai Debit Banjir Puncak (Qp) dengan aplikasi HEC-HMS menunjukkan kenaikan tiap tahun. Dengan hasil tersebut dapat menjadikan Kesimpulan bahwa perubahan tata guna lahan dapat berakibat pada perubahan nilai debit banjir pada daerah aliran sungai Konto, Kabupaten Malang.

4.2. Saran

Berdasarkan Kesimpulan yang telah diuraikan di atas, maka dapat diberikan saran dan rekomendasi sebagai berikut :

1. Proses Penanganan untuk perbaikan permasalahan yang ada terkait kenaikan debit puncak di daerah aliran sungai konto dapat dilakukan dengan cara melakukan penanaman ulang (reboisasi) atau mengembalikan fungsi lahan sesuai dengan fungsi semula yaitu sebagai area resapan air hujan agar nilai koefisien limpasan (Cr) yang mempengaruhi besarnya debit aliran sungai dapat berkurang.
2. Proses perhitungan simulasi pada aplikasi HEC-HMS harus diusahakan seteliti mungkin dan sesuai dengan format data perhitungan yang sudah dilakukan agar hasil yang didapat bisa maksimal dan menyerupai satu sama lain.
3. Data yang didapat harus diperhatikan juga karena terdapat kesalahan terhadap alat pengukur yaitu pada alat ukur Telemetry Automatic Water Level Recorder (AWLR) Konto-1 DARI PU Jasa Tirta 1 yang mengakibatkan tahun pengamatan 2013 dan 2014 tidak terdapat data yang diukur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rachmawati, "MODEL PENATAAN RUANG KAWASAN DAS BERBASIS KONSERVASI (STUDI KASUS DAS BANGO KOTA MALANG)," 2016.
- [2] E. Noerhayati, "NERACA AIR DENGAN METODE THORNTHWAITE DAN MATTER DI DAS KONTO HULU," *J. REKAYASA SIPIL*, vol. 1, no. 2, hlm. 281–292, 2013.
- [3] D. A. I. Putri, W. Y. Widiarti, dan G. Halik, "DAMPAK PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN TERHADAP DEBIT PUNCAK DI SUB DAS TALANG KABUPATEN JEMBER," *J. Tek. Sipil*, vol. 16, no. 1, hlm. 30–38, Feb 2021, doi: 10.24002/jts.v16i1.4216.
- [4] I. P. Gustave Suryantara Pariartha, I. K. Dika Arimbawa, Studi Teknik Sipil, Universitas Udayana, Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Bali, M. Infantri Yekti, dan Studi Teknik Sipil, Universitas Udayana, Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Bali, "Analisis Debit Rencana Tukad Unda Bagian Hilir Menggunakan HEC-HMS," *J. Tek. Pengair.*, vol. 12, no. 2, hlm. 116–126, Des 2021, doi: 10.21776/ub.pengairan.2021.012.02.04.