

Analisis Pengaruh Sedimentasi Terhadap Kinerja Saluran Kali Avor Desa Ngdiluhur Kecamatan Balen Kabupaten Bojonegoro

Suparman^{1*}, Mrabawani Insan Rendra¹, Yulia Indriani¹, Muhammad Java Bagaskara²

¹Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bojonegoro

²Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara

* manpar65@gmail.com

ABSTRAK

Saluran Kali Avour yang terletak di Desa Ngadiluhur, Kecamatan Balen, Kabupaten Bojonegoro, mengalami potensi penurunan kapasitas akibat sedimentasi dari limpasan permukaan yang membawa material erosi dari daerah aliran sungai (DAS) sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besar laju sedimentasi yang terjadi serta dampaknya terhadap penurunan kapasitas saluran, dengan menggunakan pendekatan metode *Modified Universal Soil Loss Equation* (MUSLE). Hasil pada analisis ini menunjukkan bahwa laju sedimentasi pada saluran Kali Avour adalah 5,26 ton untuk setiap kejadian hujan signifikan. Dengan asumsi terdapat 9 kejadian hujan besar dalam satu tahun, total erosi yang terjadi mencapai 47,34 ton per tahun. Nilai ini diperoleh dari kombinasi faktor erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan pada lereng (LS), faktor pada penutup lahan (C), tindakan konservasi (P), serta pengaruh debit puncak dan volume limpasan dari curah hujan rancangan. Tingkat pengendapan sedimen dasar (bed load) ditaksir sebesar 10% dari total sediment yield, yaitu 1,62 ton per tahun. Total sediment yield tahunan yang masuk ke saluran adalah 21,33 ton atau setara 16,38 m³, yang merupakan hasil akumulasi dari sembilan kejadian hujan besar dalam setahun. Dampak dari sedimentasi ini terhadap kapasitas saluran Kali Avour cukup nyata. Jika dibandingkan dengan kapasitas saluran yang mencapai 8.670 m³, terjadi penurunan pada kinerja saluran sebesar 0,189% per tahun. Penurunan ini akan semakin berpengaruh jika terjadi akumulasi selama beberapa tahun tanpa tindakan pengendalian atau normalisasi saluran. Hasil penelitian menegaskan bahwa pengelolaan sedimentasi pada skala mikro-DAS seperti di Kali Avour sangat penting untuk mempertahankan efisiensi hidraulik saluran, mencegah penurunan kapasitas, dan menghindari gangguan aliran di masa mendatang.

Kata Kunci : Sedimentasi, MUSLE, Debit Puncak, Limpasan, Bed Load, Kali Avour.

ABSTRACT

The Avour River channel, located in Ngadiluhur Village, Balen District, Bojonegoro Regency, is experiencing a potential reduction in capacity due to sedimentation from surface runoff carrying erosion material from the surrounding watershed. This study aims to analyze the rate of sedimentation and its impact on the reduction in channel capacity using a method approach. Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE). The results of this analysis indicate that the sedimentation rate in the Avour River channel is 5.26 tons for each significant rainfall event. Assuming nine major rainfall events in one year, the total erosion rate reaches 47.34 tons per year. This value is obtained from a combination of soil erodibility factors (K), slope length and gradient (LS), land cover factors (C), conservation measures (P), and the influence of peak discharge and runoff volume from the design rainfall. The bed load is estimated at 10% of the total sediment yield, i.e. 1.62 tons per year. The total annual sediment yield entering the canal is 21.33 tons, equivalent to 16.38 m³, the result of the accumulation of nine major rainfall events in one year. The impact of this sedimentation on the capacity of the Avour River canal is quite significant. Compared to the channel's capacity of 8,670 m³, there is a decrease in channel performance of 0.189% per year. This decrease will be even more significant if accumulation occurs over several years without control measures or channel normalization. The results of the study confirm that sedimentation management at the micro-watershed scale, such as in the Avour River, is crucial for maintaining the channel's hydraulic efficiency, preventing capacity decline, and avoiding future flow disruptions.

Keywords: Sedimentation, MUSLE, Peak Discharge, Runoff, Bed Load, River Avour.

1. PENDAHULUAN

Sungai adalah saluran air, baik yang terbentuk secara alami maupun hasil buatan, yang terdiri dari jaringan aliran air beserta isinya, mengalir dari bagian hulu menuju muara, dan dibatasi di kedua sisi oleh garis sempadan. Sungai termasuk sumber daya alam yang sering dimanfaatkan manusia untuk berbagai kepentingan, seperti irigasi, penyediaan air baku, kegiatan industri, transportasi, pembangkitan listrik, hingga sebagai sumber kehidupan. Di Indonesia, keberadaan sungai menyimpan potensi besar untuk dikembangkan dan dikelola demi kepentingan masyarakat. Potensi ini diperkuat oleh jumlah sungai dan anak sungai yang melimpah dan tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Secara keseluruhan, terdapat sekitar 5.950 sungai utama dan 65.017 anak sungai, dengan panjang total mencapai 94.537 km dan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) sebesar 1.512.466 km². Namun demikian, kondisi sungai dapat dipengaruhi oleh aliran dan arus yang tidak tetap serta faktor lingkungan di sekitarnya. Salah satu sungai yang berada di Indonesia adalah Sungai Avour. Sungai Avour adalah salah satu sungai di Kabupaten Bojonegoro yang membentang di beberapa wilayah Bojonegoro, salah satunya melewati Desa Ngadiluhur Kecamatan Balen Bojonegoro. Kali Avour yang memiliki aliran air deras dan kuat sering dimanfaatkan untuk berbagai macam aktivitas. Namun, tantangan yang dihadapi di kawasan ini adalah terjadinya perubahan fungsi lahan dari bagian hulu hingga hilir sungai, yang berkontribusi terhadap meningkatnya tingkat kepekaan lahan terhadap erosi, kondisi ini menyebabkan beberapa lokasi di sepanjang aliran Kali Avour berpotensi mengalami proses sedimentasi. Sedimentasi adalah proses mengendapnya batuan yang terbawa oleh aliran air atau tiupan angin. Saat terjadi erosi, air membawa partikel batuan menuju sungai, danau, hingga laut, ketika kemampuan air untuk mengangkut material tersebut melemah atau berhenti, partikel-partikel tersebut akan mengendap di sepanjang aliran air (Hambali et al., 2016). Proses ini bisa menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir, baik yang berasal dari faktor alami maupun non-alami. Dalam konteks alam, sedimentasi terjadi secara alami akibat pelapukan tanah atau batuan yang dipicu oleh intensitas curah hujan. Peningkatan aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan guna lahan semakin memburuk akibat campur tangan manusia, sehingga dapat dianggap sebagai faktor buatan, bukan murni alami. (Nugroho & Handayani, 2021), akibat sedimentasi, dasar sungai mengalami pendangkalan yang dapat berdampak besar terhadap aliran sungai. Hal ini turut memengaruhi berbagai aktivitas manusia yang mengandalkan aliran sungai, serta berdampak pada pola aliran itu sendiri. Proses sedimentasi di wilayah sungai berlangsung secara bersamaan dan terus-menerus, yang dapat menyebabkan perubahan ketinggian dasar sungai (elevasi) dan memengaruhi bentuk fisik atau morfologi sungai, sedimentasi di sini merujuk pada pengendapan material batuan yang terbawa oleh aliran air, yang asalnya bisa dari pelapukan, erosi permukaan, pengikisan, maupun gerusan batuan lainnya, Sungai memiliki kemampuan mengangkut berbagai jenis material, dan pada sungai seperti Sungai Saddang yang memiliki aliran cukup kuat, partikel yang terbawa bisa sangat bervariasi—mulai dari batu berukuran besar hingga partikel halus seperti tanah liat, keanekaragaman jenis sedimen ini berpotensi membahayakan kondisi sungai, merusak infrastruktur air di sekitarnya, serta mengganggu aktivitas penduduk di daerah sekitar jalur sungai. Oleh karena itu, situasi ini perlu mendapat perhatian agar potensi sumber daya air dapat dimanfaatkan

secara maksimal demi kepentingan masyarakat, akibat sedimentasi, dasar sungai mengalami pendangkalan yang dapat berdampak besar terhadap aliran sungai. Hal ini turut memengaruhi berbagai aktivitas manusia yang mengandalkan aliran sungai, Endapan sedimen di dalam saluran dapat memengaruhi dan mengubah ukuran saluran dari keadaan awalnya. Penumpukan sedimen ini menyebabkan pendangkalan sepanjang badan air Kali Avour, yang berpotensi mengakibatkan meluapnya air di sekitar daerah tersebut. Sedimen yang terakumulasi di saluran juga berkontribusi terhadap perubahan penampang basah dari kondisi semula, sehingga menghambat optimalisasi fungsi hidraulik saluran Kali Avour.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian termasuk jenis kuantitatif, karena berfokus pada analisis perbandingan antara perhitungan lapangan dan penelitian ini, mulai dari pengumpulan data, interpretasi data, hingga hasil yang diperoleh. Sumber data yang digunakan meliputi data keadaan diam dan bergerak, yang keduanya menjadi objek pengamatan melalui metode observasi dan literature, metode ini dilakukan dengan cara mengumpulkan, mengidentifikasi, dan mengolah data tertulis yang tersedia, pengambilan data dengan cara Primer dan Sekunder, analisis data curah hujan harian maksimum per tahun dilakukan dengan penerapan metode rata-rata Poligon Thiessen, penelitian ini menggunakan teknik observasi langsung dan analisis empiris. Data empiris diperoleh melalui pengamatan langsung atau pengambilan sampel di lapangan bukti empiris ini berupa informasi nyata yang terkumpul dari hasil pengamatan, data yang diperoleh setelah proses observasi dan penelitian ini memiliki keabsahan yang terjamin karena didasarkan pada fakta langsung di lapangan, Analisis sedimentasi dengan menggunakan metode *MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation)*. Menghitung Debit Aliran dengan faktor-faktor yang meliputi Waktu konsentrasi (t_c), Intensitas Hujan (I), menghitung Aliran Permukaan (Q_p) untuk mendapatkan Debit Aliran (Q), menghitung volume aliran permukaan (V_q), menghitung Limpasan Permukaan (R), menghitung Sedimentasi menggunakan Metode *MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation)* dengan cara menentukan nilai Erobilitas Tanah (K), jenis tanah yang berada pada Lokasi penelitian, Panjang Kemiringan lahan (LS), Konservasi Praktis tanaman penutup dan pengelolaan lahan (CP), Menghitung Laju Sedimentasi menggunakan Metode *MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation)*, dengan mengkalikan nilai Sedimentasi yang sudah didapatkan di tahapan sebelumnya dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS), Menghitung Laju Erosi Lahan menggunakan Metode *MUSLE (Modified Universal Soil Loss Equation)*, dengan mengkalikan nilai Laju sedimentasi yang didapatkan sebelumnya dengan nilai SDR (*Sediment Delivery Ratio*).

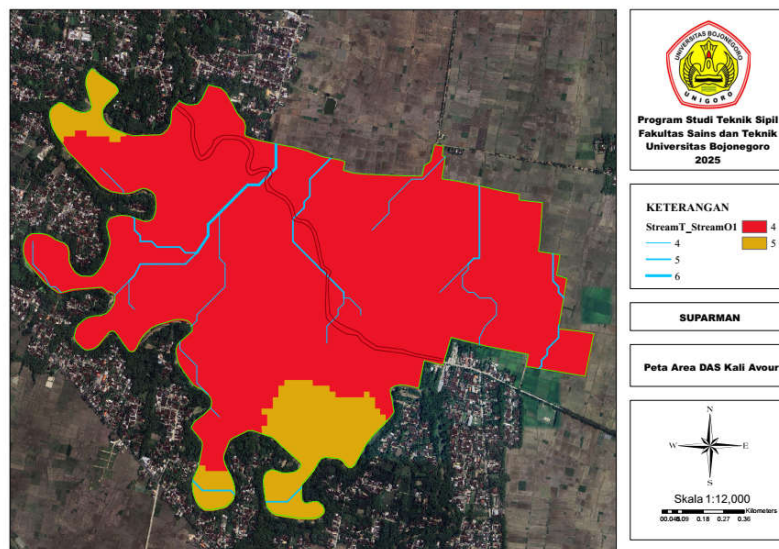
3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3.1 Sungai / Kali Avour Ngadiluhur Bojonegoro

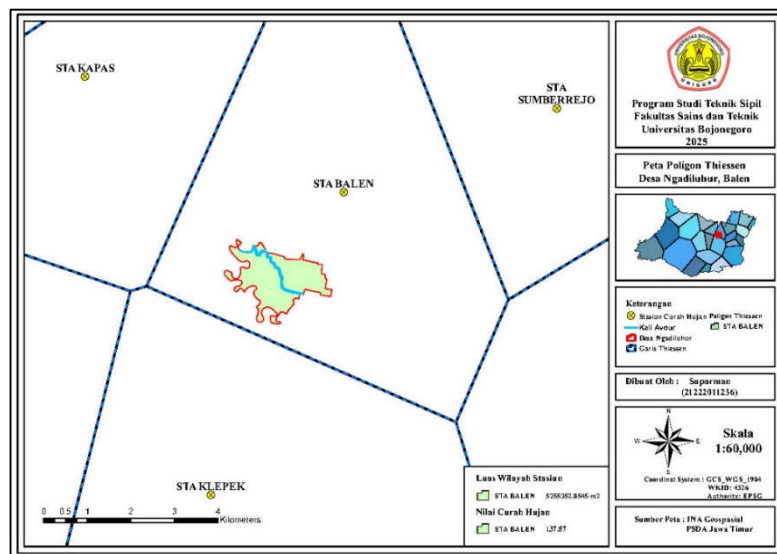
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2025

Gambar diatas Kali Avour yang terletak di wilayah Desa Ngadiluhur, Kecamatan Balen, Kabupaten Bojonegoro.



Gambar 3.2 Peta Area DAS
Sumber : Analisis Penelitian, 2025

Gambar peta di atas menampilkan peta area Daerah Aliaran Sungai (DAS)



Gambar 3.3 Peta Poligon Thiessen
Sumber : Analisis Penelitian, 2025

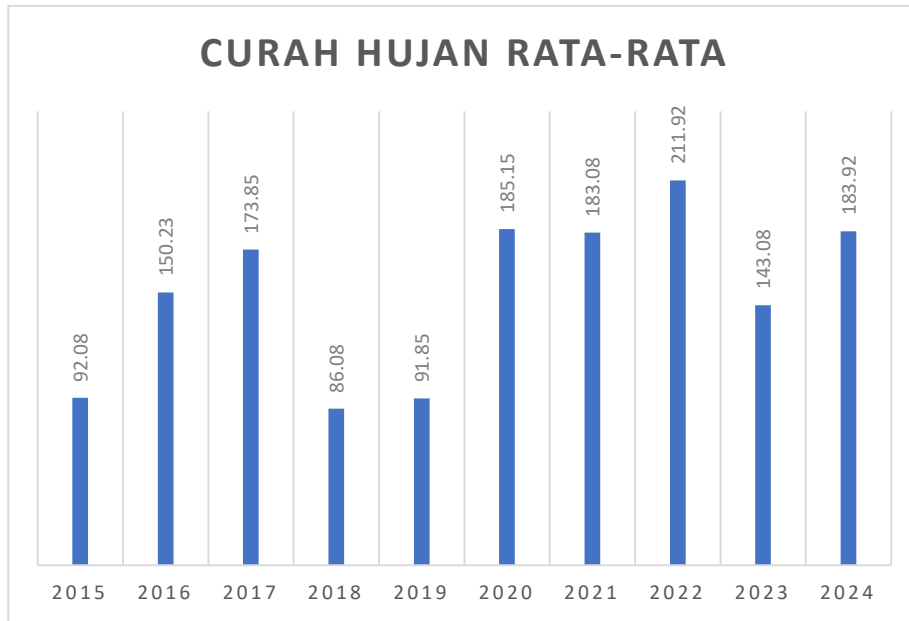
Gambar peta di atas menampilkan wilayah Desa Ngadiluhur, Kecamatan Balen, Kabupaten Bojonegoro dalam konteks pembagian wilayah pengaruh stasiun hujan

Tabel 3.1 Curah Hujan Bulanan Stasiun Hujan Balen

TAHUN	BULAN												TAHUNAN		Rata-Rata
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES	Total (mm/thn)	MAX (Y)	
2015	236	469	0	196	22	10	0	0	0	0	0	252	1185	469	92.08
2016	298	358	191	128	65	128	26	71	53	138	340	145	1941	358	150.23
2017	409	307	229	123	113	55	77	0	127	150	320	338	2248	409	173.85
2018	159	199	206	16	89	60	0	0	0	9	132	237	1107	237	86.08
2019	318	165	246	186	17	0	0	0	0	0	94	156	1182	318	91.85
2020	308	361	373	195	160	2	32	44	82	213	259	366	2395	373	185.15
2021	366	144	373	195	16	197	18	41	112	162	376	368	2368	376	183.08
2022	246	319	327	150	170	186	50	81	42	428	376	368	2743	428	211.92
2023	367	201	185	406	81	6	43	0	1	6.7	157.5	393.9	1848.1	406	143.08
2024	264	432	223.3	258	4.5	79	11	0	32	95	215.6	764.5	2378.9	764.5	183.92
Rata-Rata	2971	2955	2353.3	1853	737.5	723	257	237	449	1201.7	2270.1	3388.4	19396	4138.5	137.57

Sumber : Analisis Penelitian, 2025

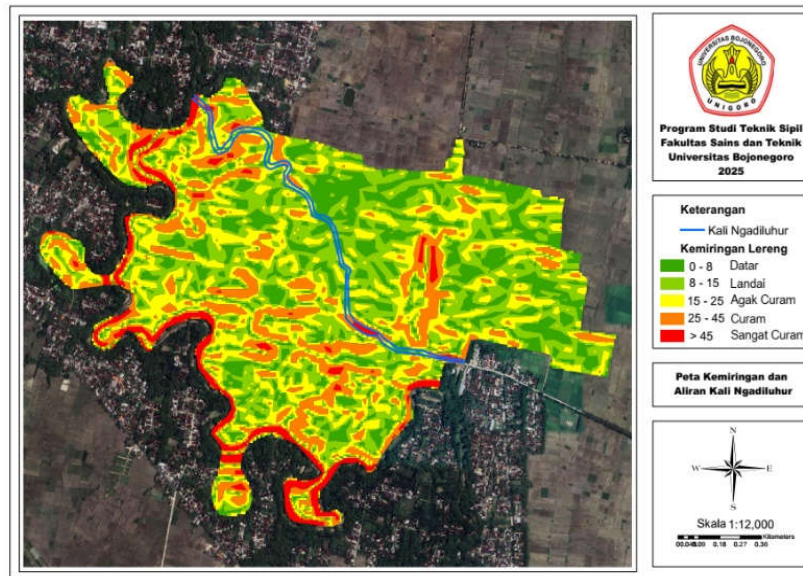
Berdasarkan tabel diatas yang diperoleh dari hasil data curah hujan bulanan stasin hujan Balen.



Gambar 3.4 Grafik Curah Hujan Rata-Rata

Sumber : Analisis Penelitian, 2025

Gambar di atas menampilkan Grafik Curah Hujan Rata-Rata wilayah Desa Ngadiluhur, Kecamatan Balen, Kabupaten Bojonegoro



Gambar 3.5 Topografi dan Kemiringan Lereng Kali Avour

Sumber : Hasil Penelitian, 2025

Gambar peta di atas menampilkan peta kemiringan lereng Kawasan DAS Kali Avour

Tabel 3.2 Penggunaan Lahan Kali Avour

No.	Bentuk Tata Guna Lahan	Luas (m ²)	Persentase (%)
1	Pepohonan	78022	25%
2	Sawah	182247	58%
3	Pemukiman	52609	17%
JUMLAH		312878	100%

Sumber : Hasil Penelitian, 2025

Berdasarkan tabel diatas dari hasil pengolahan data bentuk tata guna lahan Daerah Aliran Sungai.

Tabel 3.3 Penggunaan Lahan Kali Avour

Tekstur Tanah	Nilai K	Keterangan
Pasir kasar	0,05 – 0,10	Erosi rendah
Lempung berpasir	0,15 – 0,20	Erosi sedang
Lempung berdebu	0,20 – 0,30	Erosi tinggi
Tanah lempung halus	0,10 – 0,20	Bergantung kandungan organik
Liat	0,02 – 0,10	Erosi rendah, tahan air

Sumber : Wischmeier dan Smith (1978)

Berdasarkan tabel diatas adalah data jenis tanah di Daearah Kali Avour. Dengan panjang lereng 1700 meter dan kemiringan rata-rata 10%, digunakan rumus Wischmeier dan Smith, 1978:

$$LS = \left(\frac{L}{22,13} \right)^m \times (0,065 + 0,045.S + 0,0065.S^2)$$

Dimana :

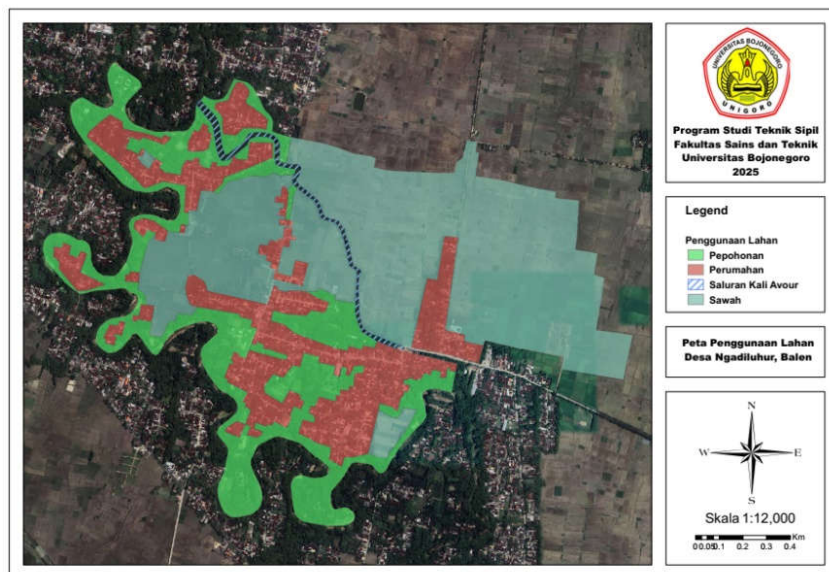
L = panjang lereng (m)

S = kemiringan lereng

m = faktor eksponensial

Karena kemiringan kurang dari 1% maka, gunakan m = 0,2

$$\begin{aligned}
 LS &= \left(\frac{1700}{22,13} \right)^{0,2} \times (0,065 + 0,045(0,00599) + 0,0065(0,00599)^2) \\
 &= 76,85^{0,2} \times 0,650 \\
 &= 3,69
 \end{aligned}$$



Gambar 3.6 Peta penggunaan lahan
Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2025

Gambar peta di atas menampilkan peta kemiringan lereng Kawasan DAS Kali Avour

Tabel 3.4 Menentukan Nilai C Rata-Rata Pada DAS Kali Avour

No.	Bentuk Tata Guna Lahan	Luas (m ²)	Persentase (%)	Luas persen	C	C x Luas Persen
1	Pepohonan	78022	25%	0.25	0.01	0.002
2	Sawah	182247	58%	0.58	0.12	0.070
3	Pemukiman	52609	17%	0.17	0.30	0.050
JUMLAH		312878	100%			0.123

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2025

Berdasarkan tabel diatas dari hasil pengolahan data untuk mengetahui nilai C (Nilai Tutupan Lahan)

Tabel 3.5 Menentukan Nilai P Rata-Rata Pada DAS Kali Avour

No.	Bentuk Tata Guna Lahan	Luas (m ²)	Persentase (%)	Luas persen	P	Luas Persen x P
1	Pepohonan	78022	25%	0.25	0.50	0.12
2	Sawah	182247	58%	0.58	0.80	0.47
3	Pemukiman	52609	17%	0.17	1.00	0.17
JUMLAH		312878	100%			0.76

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2025

Berdasarkan tabel diatas dari hasil pengolahan data untuk mengetahui nilai P Rata-Rata pada DAS Kali Avour

Tabel 3.6 Curah Hujan Rata-Rata

TAHUN	Rata-Rata
2015	92.08
2016	150.23
2017	173.85
2018	86.08
2019	91.85
2020	185.15
2021	183.08
2022	211.92
2023	143.08
2024	183.92
Rata-Rata	137.57

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2025

Berdasarkan tabel diatas data intensitas hujan selama 10 tahun terakhir, diperoleh rata-rata tahunan sebesar 137.57 mm.

Tabel 3.7 Waktu Tc dan Intenitas Hujan

T (Menit)	T (Jam)	Periode Ulang						
		2	5	10	20	25	50	100
44.13	0.736	61,198	83,946	99,006	113,265	118,040	132,158	144,164

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2025

Berdasarkan tabel diatas Dengan perhitungan waktu konsentrasi (Tc) dengan perhitungan Kirpich :

$$T_c = 0,0195 \times L^{0,77} \times S^{-0,385} = 44,13 \text{ menit}$$

Tabel 3.8 Koefisien Limpasan (C)

No.	Bentuk Tata Guna Lahan	Luas (m2)	Persentase (%)	Koefisien (C)	Jumlah (C)
1	Pepohonan	78022	25%	0.1	0.025
2	Sawah	182247	58%	0.3	0.175
3	Pemukiman	52609	17%	0.6	0.101
JUMLAH		312,878	100%	1.0	0.301

Sumber : Hasil Pengolahan Data, 2025

Berdasarkan tabel diatas dari hasil pengolahan data untuk mengetahui nilai C koefisien Volume Limpasan (Q) dan Debit Puncak (Qp)

Dengan periode ulang 10 tahun didapatkan:

- Koefisien Limpasan (C) = 0,301
- Intensitas Hujan (i) = 99,006 mm/jam
- Luas DAS (A) = 31,1 Ha (0,311 Km²)

Dengan perhitungan debit puncak (Qp)

$$Q_p = C \cdot i \cdot A = 0,301 \times (0,099/1000) \times 311000 = 9268,05 \text{ m}^3/\text{jam} \text{ (2,5744 m}^3/\text{s)}$$

Volume Limpasan (Q) dalam mm:

$$Q = P \cdot C = (99,006 \times 0,736) \times 0,301 = 21,93 \text{ mm}$$

Volume Limpasan (V) dalam m³ :

$$V = Q \cdot A = \frac{21,93}{1000} \times 311000 = 6819,23 \text{ m}^3$$

Perhitungan Sedimentasi

Dengan rumus musel :

$$S = 11,8 \times (Q \times Q_p)^{0,56} \times K \times LS \times C \times P$$

$$S = 11,8 \times (21,93 \times 2,5744)^{0,56} \times 0,135 \times 3,69 \times 0,123 \times 0,76 = 5,26 \text{ ton/peristiwa} = 5,26 \times 9 = 47,35 \text{ ton/tahun}$$

Estimasi Sedimen Yield Tahunan

Jika diasumsikan terjadi 5 kali hujan besar per tahun:

$$SY = 5,26 \times 0,45 = 2,37 \text{ ton/peristiwa}$$

Konversi ke volume dengan berat jenis sedimen 1,3 ton/m³:

$$V_{\text{sedimen}} = \frac{2,37}{1,3} = 1,82 \text{ m}^3/\text{peristiwa}$$

$$V_{\text{sedimen}} = 1,82 \times 9 = 16,38 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

Tabel 3.9 Proporsi Bed Load terhadap Sedimen Yield

No.	Sumber Referensi	Kisaran Bed Load (%)	Catatan Penggunaan
1	Julien, P.Y. (2010) – <i>Erosion and Sedimentation</i>	5 – 15 %	Umum digunakan dalam studi sungai dan DAS kecil
2	USDA-SCS (Soil Conservation Service)	5 – 10 %	Digunakan untuk konservasi lahan di AS
3	Das et al. (2004) – <i>Hydrology and Soil Conservation Engineering</i>	10%	Direkomendasikan untuk daerah pertanian

Sumber: Diadaptasi dari Julien, P.Y. (2010). *Erosion and Sedimentation*. Cambridge University Press; USDA-SCS; Das et al. (2004). *Hydrology and Soil Conservation Engineering*.

Berdasarkan tabel diatas untuk mengetahui Bed Load konservatif 10% yang digunakan

Bed load diasumsikan sebagai 5–15% dari total sediment yield, dengan asumsi konservatif 10% yang digunakan bedload (massa) = $0,10 \times 2,37 = 0,237$ ton/peristiwa Untuk keperluan evaluasi volume yang terendapkan di dasar saluran, nilai tersebut dikonversi ke dalam satuan volume menggunakan berat jenis sedimen basah (ρ) = $1,3$ ton/m³:

$$\text{Bedload (Volume)} = \frac{0,237}{1,3} = 0,182 \text{ m}^3/\text{peristiwa}$$

$$\text{Bedload (Volume)} = 0,182 \times 9 = 1,64 \text{ m}^3/\text{tahun}$$

Evaluasi Kapasitas

Saluran Kali Avour memiliki geometri sebagai berikut:

- Panjang : 1.700 meter
- Lebar dasar : 3 meter
- Tinggi dinding: 1,7 meter

$$V_{\text{saluran}} = 1.700 \times 3 \times 1,7 = 8.670 \text{ m}^3$$

Penurunan kapasitas saluran akibat sedimentasi per tahun:

$$\text{Penurunan kinerja} = \frac{16,38}{8.670} \times 100 \% = 0,189 \% / \text{tahun}$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan terhadap pengaruh sedimentasi terhadap kinerja saluran Kali Avour Desa Ngadiluhur, Kecamatan Balen, diperoleh besar laju sedimentasi yang terjadi pada saluran Kali Avour berdasarkan hasil perhitungan metode MUSLE adalah sebesar 5,26 ton untuk setiap kejadian hujan signifikan. Jika dalam satu tahun terjadi 9 kejadian hujan besar, maka total erosi yang terjadi mencapai 47,34 ton per tahun, nilai tersebut dihasilkan dari kombinasi parameter faktor erodibilitas tanah (K), panjang dan kemiringan lereng (LS), faktor penutup lahan (C), dan tindakan konservasi (P), serta pengaruh debit puncak dan volume limpasan dari curah hujan rancangan. Serta tingkat pengendapan sedimen dasar (bed load) diperoleh sebesar 10% dari total sediment yield, yakni sebesar 1,62 per tahun. Total sediment yield tahunan yang masuk ke saluran adalah sebesar 21,33 ton atau 16,38 m³, berdasarkan akumulasi dari sembilan kejadian hujan besar yang dihitung. Penurunan kinerja saluran Kali Avour akibat sedimentasi tersebut, jika dibandingkan dengan kapasitas saluran yang sebesar 8.670 m³, adalah sebesar 0,189 % per tahun. Penurunan ini akan semakin berdampak jika terjadi akumulasi selama beberapa tahun tanpa adanya tindakan pengendalian atau normalisasi saluran. Hasil ini menunjukkan bahwa pengelolaan sedimentasi pada skala mikro-DAS seperti di Kali Avour

tetap perlu menjadi perhatian dalam rangka mempertahankan efisiensi hidraulik saluran dan mencegah gangguan aliran yang lebih besar di masa mendatang.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Orang tua dan Istri, kepada Bapak Mrabawani Insan Rendra, ST. M.P.W.K. dan Ibu Ir. Yulia Indriani, ST.,MT. atas bimbingan dan arahannya, serta kepada Program Studi Teknik Sipil Universitas Bojonegoro atas fasilitas dan bantuan teknisnya. Penghargaan juga diberikan kepada orang-orang terdekat yang senantiasa memberikan doa, motivasi, dan semangat. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan upaya pengendalian banjir di Desa Ngadiluhur.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Hakim Bintang Kuncoro. (2012). Analisis Sedimentasi Berdasarkan Metode MUSLE pada DAS. Universitas Gadjah Mada.
- Arsyad, S. (2010). Konservasi Tanah dan Air. IPB Press, Bogor.
- Asriadi, dkk. (2018). Kajian Erosi dan Sedimentasi Menggunakan Metode MUSLE. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 20(2), 88-95.
- Hambali, R., Suryadi, A., & Hidayat, T. (2016). Studi Karakteristik Sedimen dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng Kabupaten Bangka Barat. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Krisna Dwi Aji Saputra. (2022). Perhitungan Laju Erosi dan Sedimentasi pada DAS Menggunakan Metode MUSLE. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Legono, D. (2017). River Sedimentation. Yogyakarta: Program Magister Manajemen Bencana Alam, Universitas Gadjah Mada.
- Mulyanto. (2007). Sedimentasi Sungai dan Pengaruhnya terhadap Struktur Sungai. *Jurnal Teknik Pengairan*.
- Nugroho, A. & Handayani, N. (2021). Dampak Sedimentasi terhadap Efektivitas Saluran Irigasi. *Jurnal Sumber Daya Air Indonesia*, 17(2), 45-53.
- Simon, A. & Sentruk, F. (1992). *Sediment Transport and Channel Stability*. ASCE Manual No. 110.
- Wibowo, A., & Setiawan, I. (2019). Pengaruh Sedimentasi terhadap Efisiensi Saluran Irigasi di Daerah Irigasi Kalitengah. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air, Universitas Brawijaya*.
- Williams, J.R. (1975). *Sediment Delivery Ratio: A Theoretical Formulation*. *Transactions of the ASAE*.
- Wilhelmus Bunganen. (2011). Analisis Erosi dan Sedimentasi di DAS Palu. Tesis, Universitas Tadulako.